SEC500 数控系统编程

与操作说明书

（ M 系 ）

版本：V2.0

2011 年 3 月



前言

在使用“SEC500 数控系统”之前，请仔细阅读本说明书。此外，您本人务必熟悉下述有关安全方面的注意事项，以确保对本数控系统进行安全操作。



注意

1. 如果本说明书中关于“限制”的说明与机床制造商的操作指南中的说明有冲突，则以后者的说明为准。
2. 本说明书中未加说明的操作应当认为是不可能的。
3. 本说明书是假定您的机床配备了全部操作功能的基础上编写的。在开始操作机床前，请参考机床制造商所提供的规格，确认您的机床所能使用的功能。
4. 有关数控系统的操作，请参阅相关系统操作说明书。
5. 在本编程说明书中，我们将尽力叙述各种与“SEC500 数控系统”编程相关的内容。本说明书中没有特别指明的均视为“不可能”或“不允许”。

安全须知

一般的安全注意事项

1. 加工零件前，必须首先检查机床是否正常运行。加工前一定要通过试车，保证机床正确工作。例如，利用单程序段，进给倍率调整或机床锁定等功能，且在机床上先不装工件和刀具情况下检查机床是否运行正常。否则，机床可能出现误动作，并造成工件损坏、伤害用户等。

2. 操作机床之前，请仔细检查输入的数据。如果使用了不正确的数据，机床可能误动作，并造成损坏工件、机床，甚至危害到操作人员的安全。

3. 确保指定的进给速度与想要进行的机床操作相适应。请参阅机床厂提供的说明书来确定最大进给速度。如果没有按正确的速度进行操作，机床有可能发生误动作，从而造成损坏工件、机床，甚至危害到操作人员的安全。

4. 当使用刀具补偿功能时请仔细检查补偿方向和补偿量。使用不正确的数据操作机床，可能产生误动作，引起工件或机床本身的损坏，甚至伤及操作人员。

5. CNC 的参数都是机床厂设置的，通常不需要修改。当必须修改参数时，请确保改动参数之前对参数的功能有深入全面的了解。如果参数设置不正确，有可能引起机床的误动作，并可能损坏工件或机床本身，甚至伤害操作人员。

与编程相关的安全注意事项

1. 坐标系的设定

如果没有设置正确的坐标系，尽管指令是正确的，但机床有可能并不按你想象的动作运动，这种误动作有可能损坏刀具、工件或机床，甚至伤害用户。

2. 非直线移动快速定位

在起点和终点之间利用非直线运动进行定位时，须在编程前仔细确认刀具路径的正确性。如果刀具和工件发生了碰撞，有可能损坏刀具、工件或机床，甚至伤害用户。

3. 英制/公制转换

在输入的英制和公制之间转换并不变更数据。例如，工件的原点参数和当前的位置的测量单位，在开动机床之前要确定采用哪种单位制。如果采用不正确的数据进行操作，会导致刀具或机床本身的损坏，甚至伤及用户。

4. 软件行程检查

在接通机床电源后，需要进行手动返回参考点操作。在手动回参考点前，由于没有建立坐标系，因此不能使用软件行程检查功能。

注意：当不能进行软件行程检查时，如果出现超程，系统也不会发出警报。因此，必须保证机床的限位开关是完好的。否则会造成刀具、机床本身、工件的损坏，甚至伤及操

作人员。

5. 绝对值/增量值方式

如果用绝对坐标编制的程序在增量方式下使用时，或者反过来，要注意机床的运动轨迹。

与机床操作相关的安全注意事项

1. 手动操作

当手动操作机床时，要确定刀具和工件的当前位置，并保证正确地指定了轴运动方向和进给速度。

2. 手动返回参考点

接通电源后，请执行手动返回参考点操作。如果机床没有执行手动返回参考点就进行操作，机床的运动不可预料。在执行手动返回参考点之前行程检查功能无效。机床的误动作，有可能造成刀具、工件和机床本身的损坏，甚至伤害操作人员。

3. 手轮进给

在手轮进给时，用较大的倍率比，如 x100 下旋转手轮，刀具和工作台会快速移动。应注意大倍率的手轮移动有可能造成刀具和机床本身的损坏，甚至伤害操作人员。

4. 清原点/原点预置操作

一般来说，在机床运行程序时，不要进行清除原点或原点预置操作，否则机床有可能出现误动作，并可能造成刀具、机床本身的损坏，甚至伤及操作人员。

5. 空运行

通常使用空运行来确认零件程序编制的正确性。在空运行期间机床以空运行速度运动。与程序中编入的进给速度无关。注意:空运转的速度有时比编程的进给速度高。

6. 程序编辑

机床在程序控制下运行时，如果在机床停止后进行加工程序的编辑、修改、插入或册除，此后，再次起动机床，恢复自动运行机床将会发生不可预料的动作。一般来说，当加工程序还在使用时请不要修改、插入或者删除程序中的命令。

目录

I. 编程

1 概述

本章的目的是对本说明书中提到的一些基本概念进行解释。

1.1 插补功能

加工工件时，刀具沿着构成工件外形轮廓的直线和圆弧轨迹移动。数控系统使刀具沿着直线或圆弧轨迹移动的功能称为插补功能。编程指令 G01、G02、G03 等称为准备功能，它指示了数控装置进行何种插补运动。

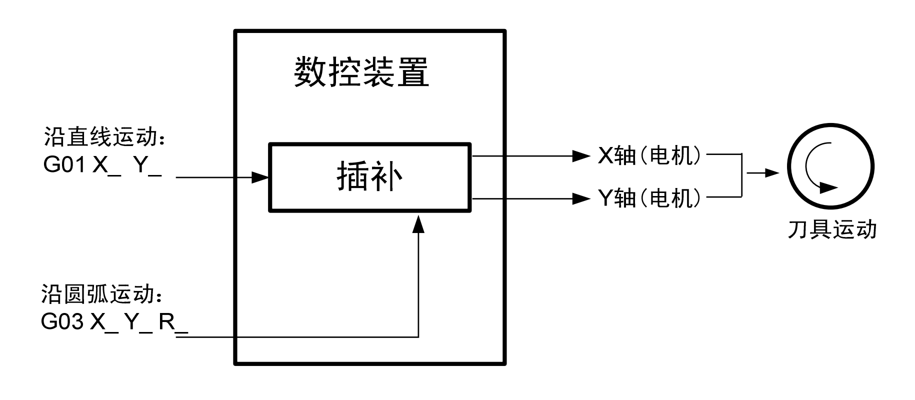


图 1-1 插补功能

在实际加工中，有可能刀具不运动，而机床工作台运动。在本说明书中，假定刀具相对于工件运动来进行说明的。

1.1.1 刀具沿直线移动

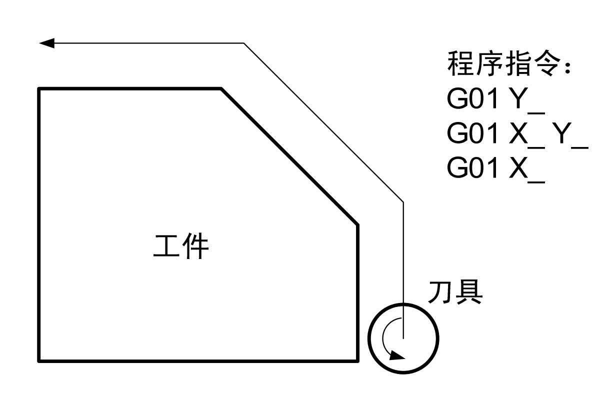


图 1-2 刀具沿直线移动

1.1.2 刀具沿圆弧移动

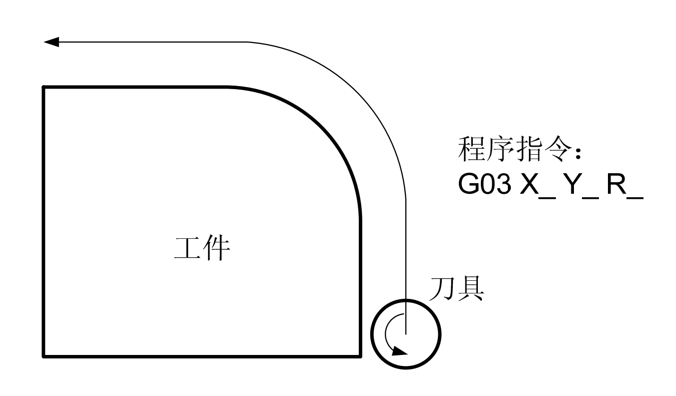


图 1-3 刀具沿圆弧移动

1.2 进给功能

指定进给速度的功能称为进给功能。

刀具以指定速度移动称为进给。进给速度用地址 F 后跟数值指定。例如刀具以 50mm/min 的速度进给移动时，程序可以写为：F50。

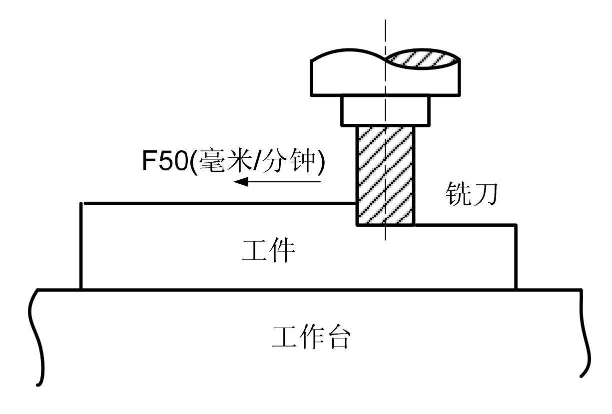


图 1-4 进给功能

1.3 加工图纸及刀具移动

1.3.1 参考点

一台数控机床设定一个特定位置，通常在这个位置进行换刀和设定编程的绝对零点，这个位置称为参考点。

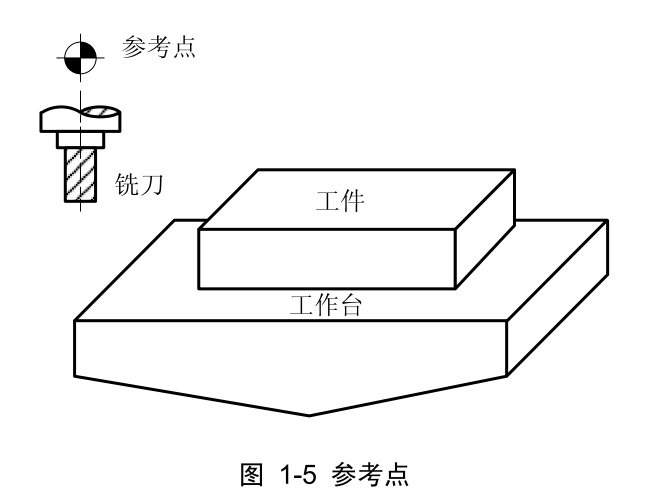


图 1-5 参考点

返回参考点有以下两种方法：

(1) 手动方式返回参考点。详见“操作 2.6 回零”部分介绍。

(2) 自动方式回参考点。详见 G28 指令。

1.3.2 加工图纸上的坐标系和 CNC 系统指定的坐标系

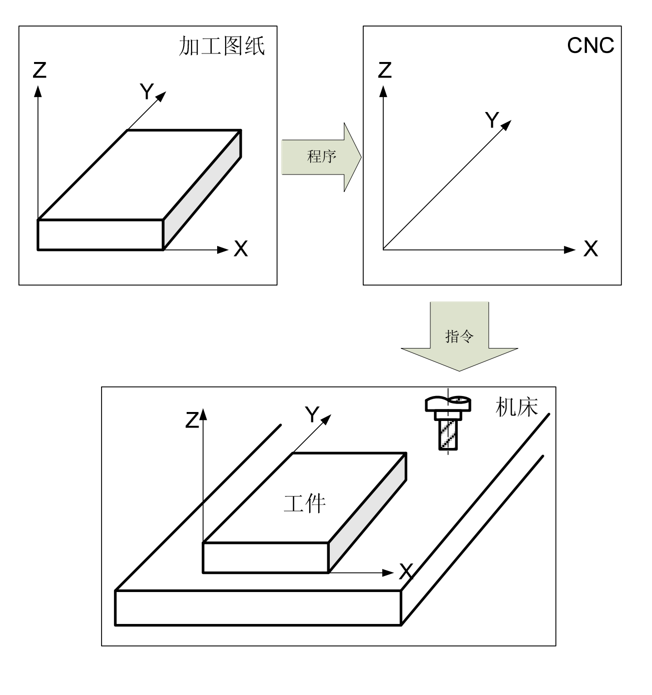


图 1-6 坐标系

坐标系根据指定的位置不同分为两种：

(1) 加工图纸上的坐标系

该坐标系是在加工图纸上设定的，该坐标系上的坐标值用作编程数据。

(2) 由 CNC 设定的坐标系

该坐标系实际设定在机床工作台上，根据所编写程序，坐标值表示从当前的刀具位置到设定坐标系原点的距离，这样就设定了工作台上的坐标系。

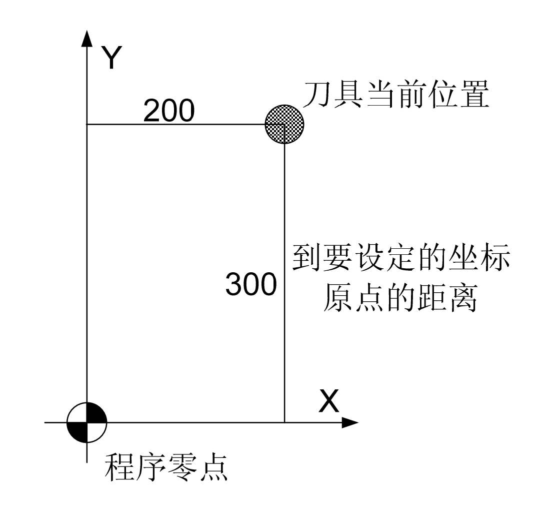


图 1-7 由 CNC 设定的坐标系

当工件被安装在工作台上时，就决定了这两个坐标系之间的位置关系。

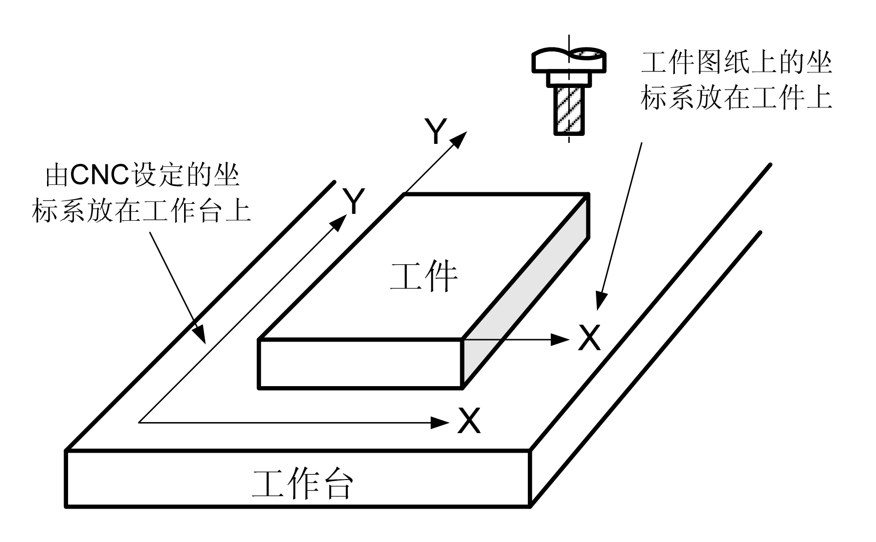


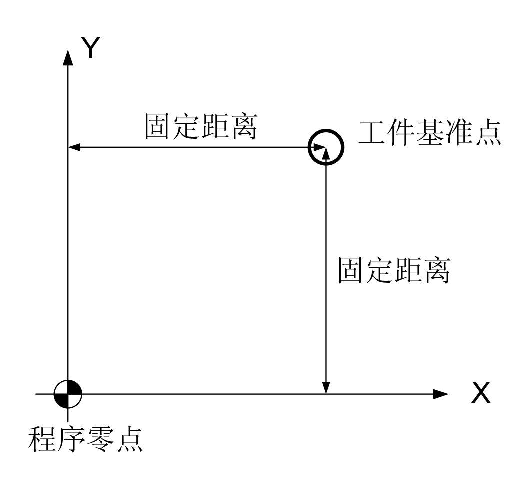
图 1-8 由 CNC 设定的坐标系和零件图纸上的坐标系

按照在工件图纸上的坐标系编制的程序指令，刀具在 CNC 设定的坐标系上移动，把工件切成图纸指定的形状。因此，要正确地把工件切成图纸指定的形状，就必须把两个坐标系设在同一位置上。

为了把两个坐标系设在同一位置，根据零件形状、加工数量，可采用如下方法：

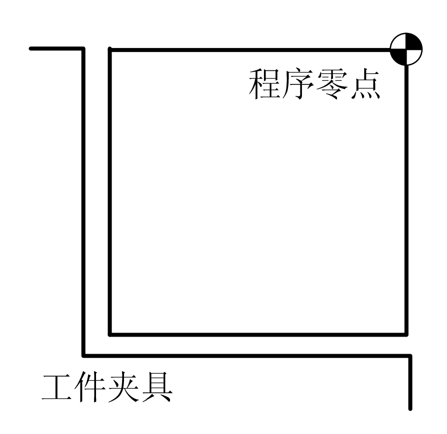
(1) 使用工件的基准面和基准点

使刀具中心与工件基准点重合。在这个位置上设定由 CNC 指定的坐标系。



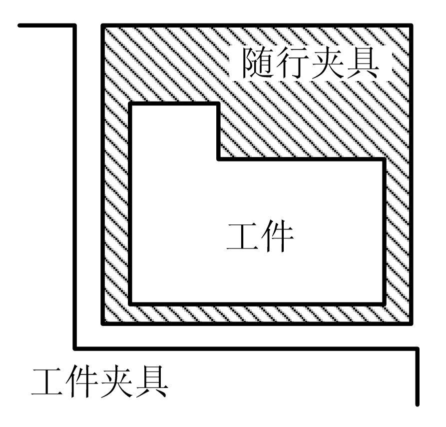
(2) 把工件直接安装在夹具上

使刀具中心与参考点重合。在该位置上设定由 CNC 指定的坐标系。（夹具应安装在距参考点预先设定的位置上。）



(3) 工件装夹在随行的夹具上，然后再一起装在夹具上的情况

（工件夹具安装及 CNC 指令的坐标系的设定同（2））。



1.3.3 坐标系和机床参考点

一台数控机床设定了一个特定位置，通常在这个位置进行换刀和设定编程的绝对零点，这个位置称为机床参考点。

机床坐标系原点也称为机械零点、机械原点，它在机床上位置请询问机床制造商。

工件坐标系原点也称为编程零点或程序原点，其位置是任意设定的，它在工件被装夹完毕后，通过对刀确定。它是相对于机床坐标系原点的另一个坐标系。工件坐标系原点不同，即使刀尖在机床上处于同一绝对位置，其坐标值也不同。为了保证加工中刀尖坐标的唯一性，必须确定工件坐标系原点。

机床坐标系原点、机床参考点以及工件坐标系原点之间的关系见图 1-9。

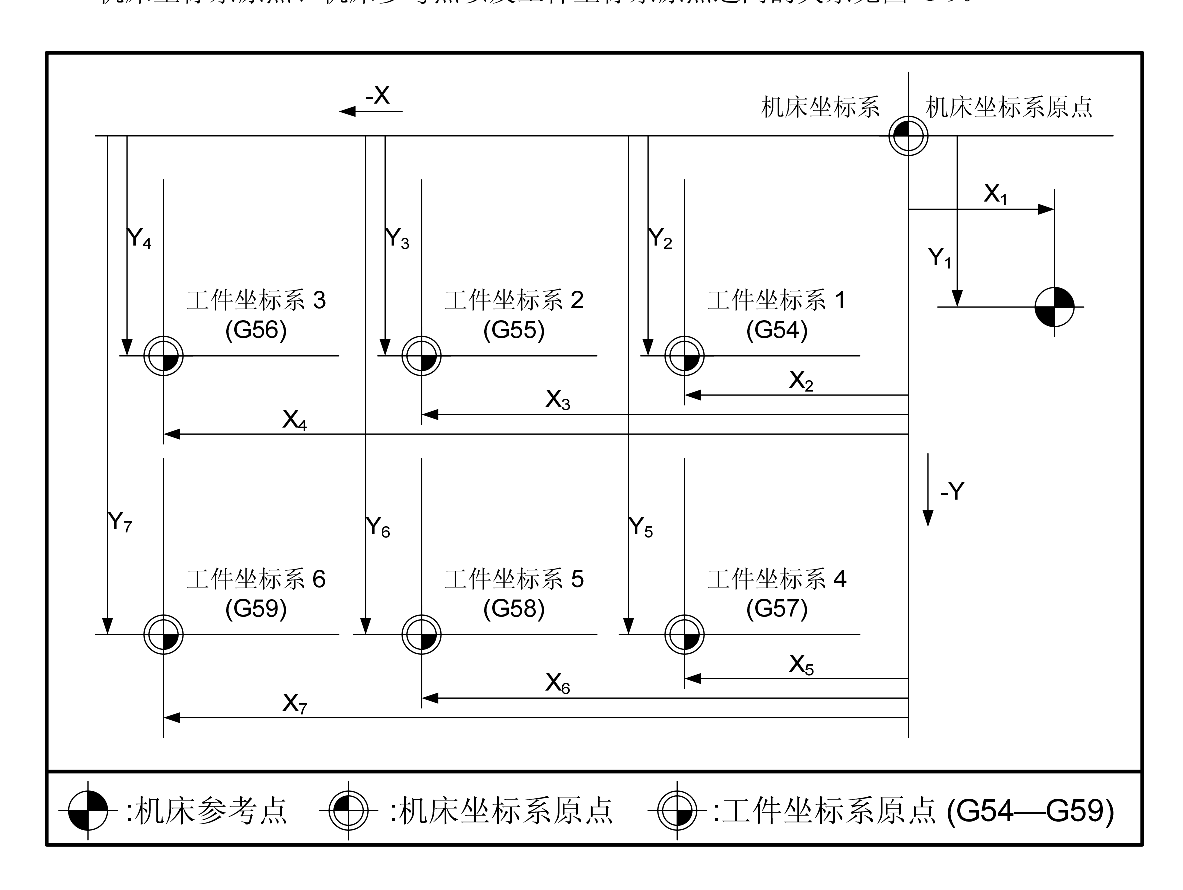


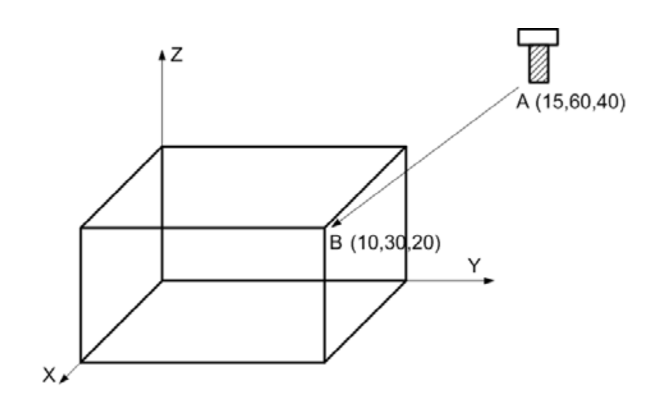
图 1-9 机床坐标系原点、机床参考点以及工件坐标系原点

1.3.4 刀具移动指令尺寸的表示方法-绝对值指令/增量值指令

刀具运动指令的坐标值有绝对值和增量值两种表示方法。

(1) 绝对值指令

绝对值指令是刀具移动到“距坐标系零点某一距离的点”，即刀具移动到坐标值的位置。

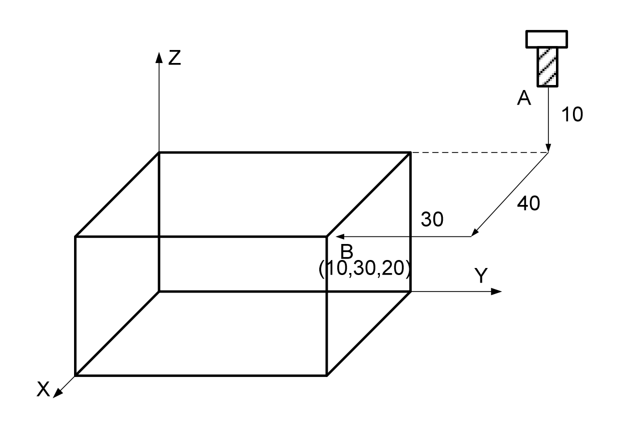


刀具从 A 点移动到 B 点，指令如下：

G90 G00 X10.0 Y30.0 Z20.0

(2) 增量值指令

增量值指令指定了刀具从前一个位置到下一个位置的移动位移量。



刀具从 A 点移动到 B 点，指令如下：

G91 G00 X40.0 Y-30.0 Z-10.0

1.4 主轴速度功能

切削速度是指切削工件时刀具与工件的相对速度。对于数控系统，切削速度可用主轴速度指令来表示。主轴速度以 r/min（转/分钟）为单位。

指定主轴速度指令的功能称为主轴速度功能。

例如，刀具的直径为 100 毫米，以 80 毫米/分钟的切削速度加工工件，根据公式 S=1000v/πD，得到主轴速度约为 250r/min，因此需在代码中指定指令：S250。

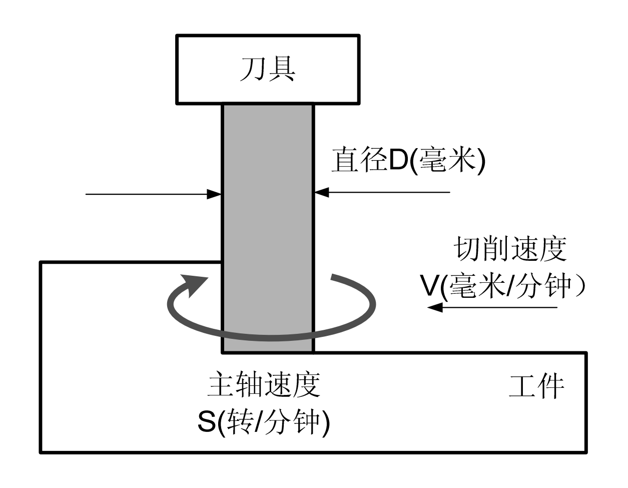


图 1-10 主轴速度

1.5 辅助功能

实际加工时，需要使主轴进行旋转，同时要供给冷却液，为此需要对主轴电机和冷却泵的启/停进行控制。

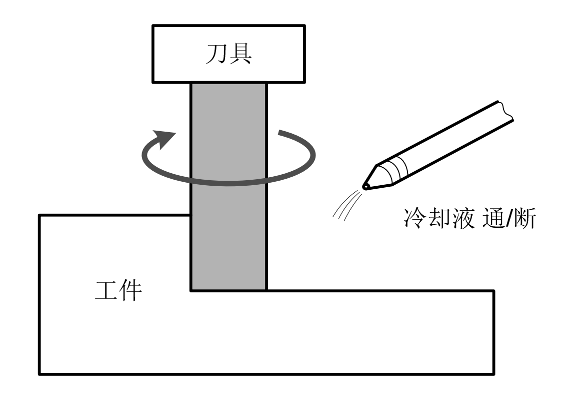


图 1-11 辅助功能

这些指令机床部件启/停动作的功能称为辅助功能。辅助功能通常用 M 代码进行指令。

例如，当在代码中插入 M03 时，主轴以指定的主轴速度顺时针方向旋转(CW)。

1.6 数控编程概述

1.6.1 一般加工程序的编制过程

在数控机床上加工零件,首先要编制零件的加工程序,然后才能加工。程序编制的一般步骤如图 1-12 所示：

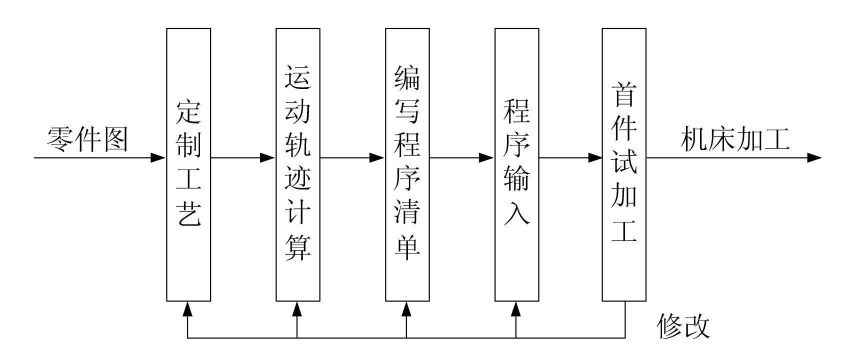


图 1-12 加工程序的编制过程

- 确定工艺过程

根据图纸对零件的形状、技术条件、毛坯及工艺方案等进行详细分析，从而确定出合适的刀具，走刀路线，加工余量等。

- 计算运动轨迹的坐标

根据零件的几何尺寸，走刀路线及设定的坐标系，计算各个运动轨迹的坐标值，诸如运动轨迹的起点与终点，圆弧的圆心等坐标尺寸。

- 编制加工程序代码，通常有两种方法：

1) 根据计算出的运动轨迹坐标值和已确定的运动顺序、刀号、切削参数以及辅助动作，按照本系统规定的功能指令代码及程序段格式，逐段编写加工程序代码。

2) 采用计算机辅助编程软件工具：如 MASTERCAM, ARTCAM, 文泰软件等。

- 程序输入

编好的加工程序通过 USB 接口或直接用数控系统的编辑功能输入到 CNC 系统中。

- 首件试加工

编写的加工程序代码通过试加工来验证，并根据试加工的结果来修改程序代码，正确无误后正式加工。

1.6.2 程序构成

程序是由 F 代码、G 代码、M 代码、N 代码、S 代码等组成的程序段构成。这些程序段使刀具沿着直线或圆弧运动，或使主轴运动、停转。在程序中根据刀具的实际运动顺序书写这些程序段。程序的构成如图 1-13 所示。

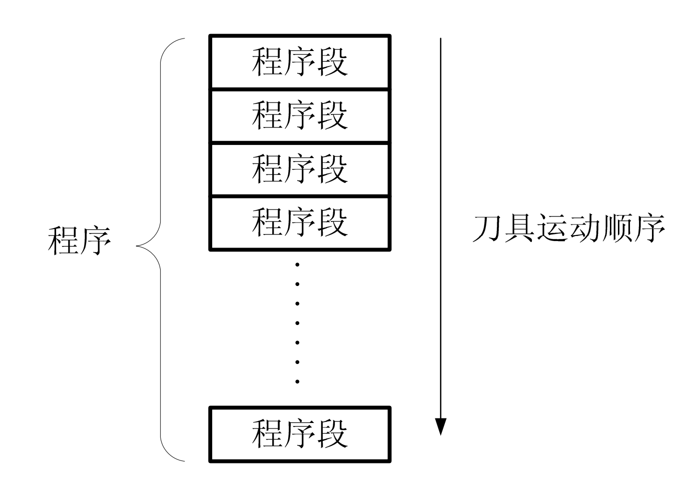


图 1-13 程序的构成

1.6.3 程序段

程序指令由字组成。字是带有数字的地址，该地址定义了伴随地址数字的含义。这些字被组合在一起形成了程序段。

一个程序段是由一个或多个组合在一行中的字构成。典型程序段由程序段号开始，程序段的格式定义了每个程序段中功能字的句法，如图 1-14 所示。

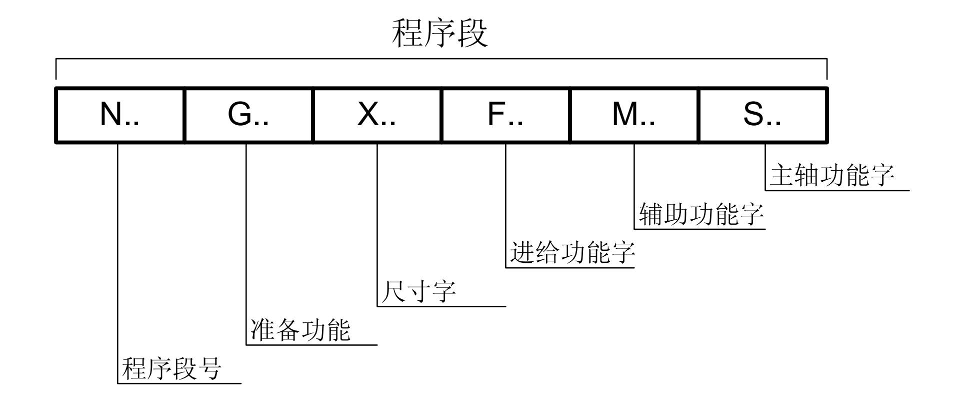


图 1-14 程序段的构成

1.6.4 地址说明

地址规定了地址后数字的含义。一个地址可有多种含义。

地址	说 明
A	A 轴（第四轴）绝对或相对坐标值
D	刀具半径补偿号
F	进给速率
G	准备功能
I	圆弧圆心相对于圆弧起点之差在 X 轴上的投影值
	G51 指令中 X 轴的缩放比例
J	圆弧圆心相对于圆弧起点之差在 Y 轴上的投影值
	G51 指令中 Y 轴的缩放比例
K	1.圆弧圆心相对于圆弧起点之差在 Z 轴上的投影值
	2.循环次数，用于固定循环（G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G89）
	3.G51 指令中 Z 轴的缩放比例
L	子程序名
M	辅助功能
N	程序段号/顺序号
P	1.子程序重复次数
	2.暂停时间，用于 G04（单位：毫秒）
	3.固定循环参数（G74, G82, G84, G89）
	4.指定跳转信号，用于 G31
	5.G51 指令中指定缩放比例
Q	1.固定循环用参数
	2.指定跳转信号，用于 G04
R	1.指定圆弧半径
	2.初始平面到 R 点的距离，用于固定循环（G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G89）
	3.G68 指令中指定角度位移
S	主轴速度功能
X	1.X 轴绝对或相对坐标值
	2.暂停时间，用于 G04（单位：秒）
	3.孔定位点的 X 坐标，用于固定循环（G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G89）
Y	1.Y 轴绝对或相对坐标值
	2.孔定位点的 Y 坐标，用于固定循环（G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G89）
Z	1.Z 轴绝对或相对坐标值
	2.孔定位点的 Z 坐标，用于固定循环（G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G89）

1.6.5 程序段及重复参数

一个程序段代码位于独立一行。如果将两个程序段置于同一行上，则会导致严重的错误。

例如：在第一段代码中描述了从点 A 移动到点 B 的指令，第二段代码描述了从点 B 移动到点 C 的指令，当把这两个程序段置于同一行上时，由于该程序段中重复指定轴字段导致该程序将不能够予以执行。如程序段“N100 G00 X13.0 Z3.0 X2.0 X9.5，”，系统会提示错误信息“X 轴指令数多于一个，编辑修改”。

1.6.6 主程序及子程序

当需要在不同的位置加工相同轨迹的图形时，这个图形可以被编成一个子程序，其文件名必须以字母“O”开头，扩展名为“.SUB”，中间以数字填充表示子程序的序号，例如“O100.SUB”。调用该子程序的程序称为主程序。

在主程序执行期间出现子程序执行指令时，就执行子程序的指令。当子程序执行完时，返回主程序继续执行。

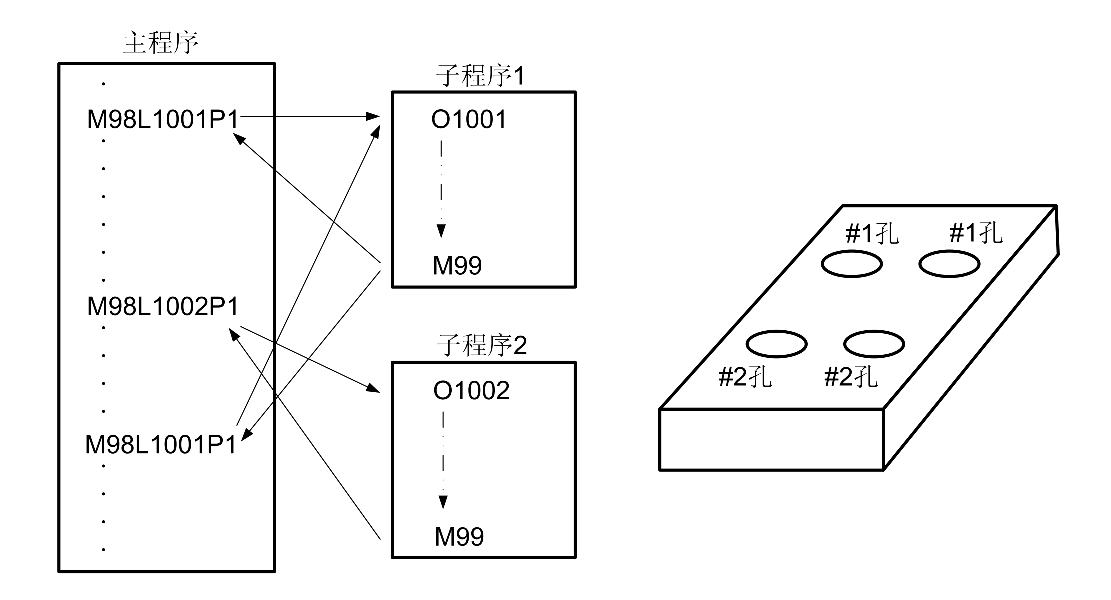


图 1-15 主程序及子程序

1.7 刀具形状和刀具移动-刀具补偿功能

1.7.1 用刀具端部加工－刀具长度补偿功能

通常加工一个零件要用几把刀，而且每把刀具有不同的长度。每次更换刀具便要更换程序或者要重写程序，这是相当麻烦的。因此预先测量将要使用的每把刀具的长度，然后把它们与标准刀具长度的差设定到 CNC 系统中，这样即使刀具改变了，也不需要更换程序就可实现加工。这个功能称为刀具长度补偿功能。

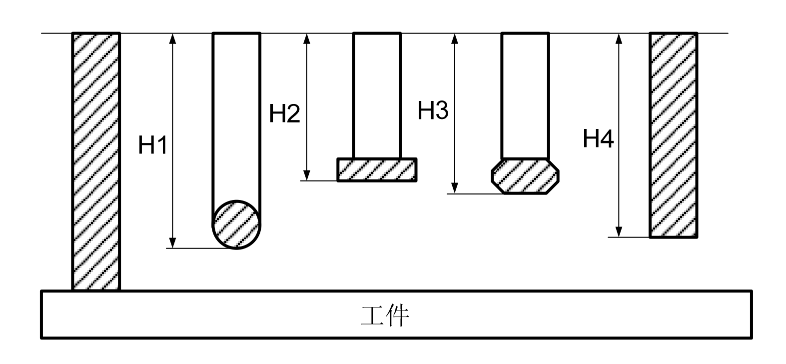


图 1-16 刀具长度补偿功能

1.7.2 用刀具侧刃加工刀具－半径补偿功能

因为刀具有半径，所以刀具的中心轨迹相对于工件轮廓偏移了一个刀具半径的位置。

事先将刀具半径储存在 CNC 系统中，刀具可沿着加工零件轮廓偏离刀具半径的轨迹移动。该功能称为刀具半径补偿功能。

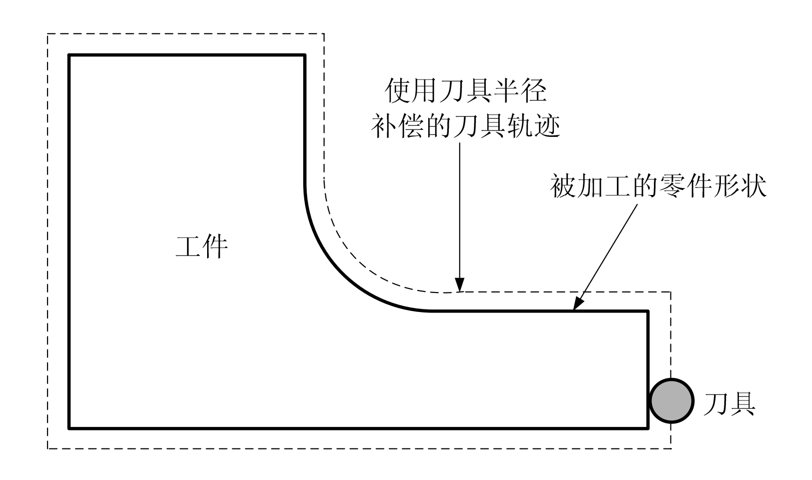


图 1-17 刀具半径补偿功能

2 准备功能

准备功能用字母 G 后面跟数字来编程。G 功能总是位于程序段的起始, 用来定义加工的几何形状以及 CNC 的工作状态, 如插补、刀具补偿、固定循环等。

G 代码分为下面两类

类型	意义
非模态 G 代码	G 代码只在出现的程序段中有效
模态 G 代码	在未指定同组其它的 G 代码之前，该 G 代码一直有效

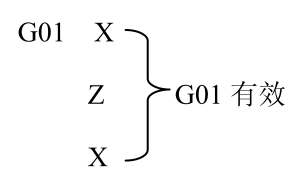
例如：

G01 和 G00 是模态组 01 中的模态 G 代码。

G01 X

Z

X



G00 Z　　　指定同组的 G00 指令后，G01 无效，G00 生效

2.1 G 功能表

模态组	G 代码	功能
01	G00*	快速定位
	G01	直线插补
	G02	顺时针圆弧插补/螺旋线插补
	G03	逆时针圆弧插补/螺旋线插补
00	G04	暂停或跳转
	G08	预读处理控制
02	G17*	XY 平面选择
	G18	ZX 平面选择
	G19	YZ 平面选择
04	G20	英制编程
	G21*	公制编程
00	G28	返回机床参考点
	G29	从机床参考点返回
	G31	跳转功能
05	G40*	撤消刀具半径补偿
	G41	左边刀具半径补偿
	G42	右边刀具半径补偿
06	G43	刀具偏置正向补偿
	G44	刀具偏置反向补偿
	G49*	撤消刀具偏置补偿

18	G51	比例缩放
	G50	比例缩放取消
19	G68	坐标系旋转
	G69	坐标系旋转取消
20	G51.1	可编程镜像
	G50.1	可编程镜像取消
00	G53	选择机床坐标系
11	G54*	选择工件坐标系 1
	G55	选择工件坐标系 2
	G56	选择工件坐标系 3
	G57	选择工件坐标系 4
	G58	选择工件坐标系 5
	G59	选择工件坐标系 6
13	G61	准停模式
	G64*	连续切削模式
10	G73	高速深孔钻循环
	G74	左旋攻丝循环
	G80*	固定循环撤销
	G81	定点钻削
	G82	平底锪孔
	G83	排屑钻孔循环
	G84	攻丝循环
	G85	镗孔循环
	G86	镗孔循环
	G89	镗孔循环
03	G90*	绝对坐标编程
	G91	增量坐标编程
00	G92	改变工件坐标系
14	G94*	每分钟进给
	G95	每转进给(目前不支持)
12	G98*	固定循环返回到初始点
	G99	固定循环返回到 R 点

注意:

- 所谓模态, 即当该 G 功能被编程后, 它们就能维持有效, 直至被同一组其它不相容的 G 功能或系统执行 M02、M30 或"复位"后撤消。另外，将 CNC 复位后，G54-G59 模态保持不变。
- 标有*的 G 功能指令, 是指开机时, 或执行过 M02、M30 或"复位"后, CNC 所具有的工作状态。

G00、G01、G02、G03 在同一程序段中是互斥的，即其中只能有一个代码可以出现。

G17、G18、G19 在同一程序段中是互斥的。

G40、G41、G42 在同一程序段中是互斥的。

G54-G59 在同一程序段中是互斥的。

G61、G64 在同一程序段中是互斥的。

G20、G21 在同一程序段中是互斥的。

G90、G91 在同一程序段中是互斥的。

G94、G95 在同一程序段中是互斥的。

G98、G99 在同一程序段中是互斥的。

G80-G89、G73、G74 在同一程序段中是互斥的。

G04、G28、G29、G92 在同一程序段中是互斥的。

除此以外, 所有其它的 G 功能都可以在同一个程序段中以任意次序编程。

2.2 插补功能

2.2.1 G00 快速定位

指令格式：G00 X_ Y_ Z_ A_

其中，X_ Y_ Z_ A_是指：

以绝对值指令编程时，终点的坐标值；

以增量方式编程时，刀具移动的距离。

指令 G00 将刀具以快速移动速度移动到用绝对值指令或增量值指令指定的工件坐标系中的位置。参数“G00 采用直线插补”决定了快速定位的刀具轨迹：

(1) 非直线插补定位

刀具分别以各轴“快速移动速度限制”参数设定值移动，定位刀具轨迹一般不是直线。

(2) 直线插补定位

刀具轨迹与直线插补（G01）相同，刀具按“快速移动速度”参数设定值移动，同时刀具的实际速度受“快速移动最大速度”和各轴“快速移动速度限制”参数设定值限制。相关参数的设置请参见本说明书“操作 8 设置参数”部分说明。

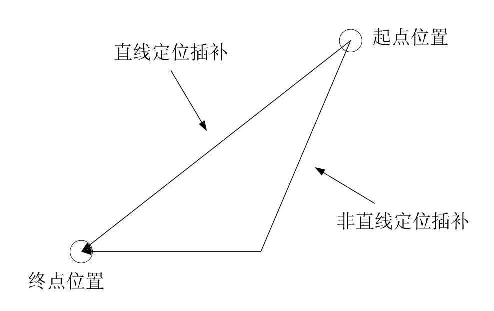


图 2-1 G00 快速定位的方式

图 2-2 中，刀具从当前起点位置先在 X 方向快速移动-13.245 mm，再在 Y 方向快速移动 10 mm。

N100　G91　G00　X-13.245　Y10

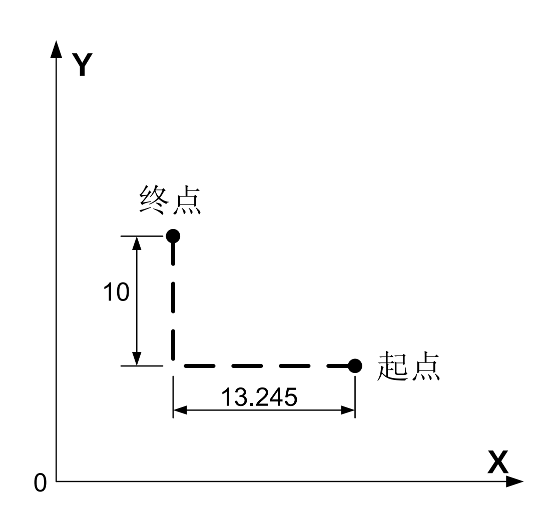


图 2-2 G00 运动轨迹

注意：

- G00 指令段中不需设定进给速度，进给速度在系统参数中设定。
- G00 是模态的，它与 G01、G02、G03 是不相容的，编程时也可以写成 G0。
- 当编 G00 功能时，不撤消在其之前所给定的 F 值，但该 F 值对 G00 的执行速度不起作用。也就是说，当再其后的代码中编写 G01、G02、G03 时，若不出现新的 F 值时，前面所编入的最后一个 F 值自动起作用。

2.2.2 G01 直线插补

指令格式：G01 X_ Y_ Z_ A_F_

其中，X_ Y_ Z_ A_是：

以绝对值指令编程时，终点的坐标值；

以增量方式编程时，刀具移动的距离。

F_ 刀具的进给速度。

指令 G01 可将刀具按给定的进给速度沿直线运动到给定的坐标位置处，一般作为切削加工运动指令用。G01 既可以单轴运动，又可以任意两轴联动，也可以三轴联动实现空间直线运动。

在 G01 后面所编的运动，以所编的 F 进给率执行直线运动。当两轴同时运动时，其合成轨迹是起点和终点之间的直线，机床以所编的进给率 F 沿此直线轨迹运动。CNC 计算每个轴的进给率，使合成轨迹的进给率等于所编的 F 值。

F 指定的进给速度在直到新的值被指定之前一直有效，因此无需对每个程序段都指定 F。

用 F 代码指令的进给速度是沿着直线轨迹测量的，如果 F 代码未指定，则 CNC 系统会提示

“运动段缺少 F 指令，编辑修改”。直到该代码文件中不含有错误，才能够被执行。

每个轴方向的进给速度计算公式举例如下：

G01 X$\underline{\alpha}$ Y$\underline{\beta}$ Z$\underline{\gamma}$ F$\underline{f}$;

X 轴方向的进给速度 $F_X = \dfrac{\alpha}{L} \times f$

Y 轴方向的进给速度 $F_Y = \dfrac{\beta}{L} \times f$

Z 轴方向的进给速度 $F_Z = \dfrac{\gamma}{L} \times f$

$L=\sqrt{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}$

例 1:

图 2-3 中，刀具从当前位置在按 200 mm / min 的速度移动到距起点（X－20.3，Y－10）（mm）（相对坐标）的位置。

N100 G91 G01 X－20.3 Y－10 F200

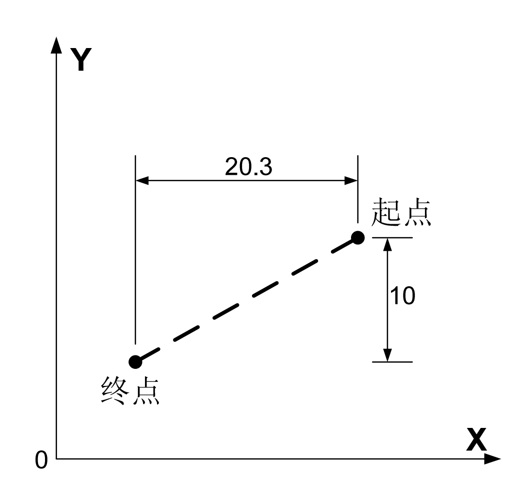


图 2-3 G01 直线插补(1)

例 2:

图 2-4 中，刀具从当前位置按 300 mm / min 的速度移动到工件坐标系中（Y20.3，Z10）（mm）（绝对坐标）的位置。

N200 G90 G01 Y20.3 Z10 F300

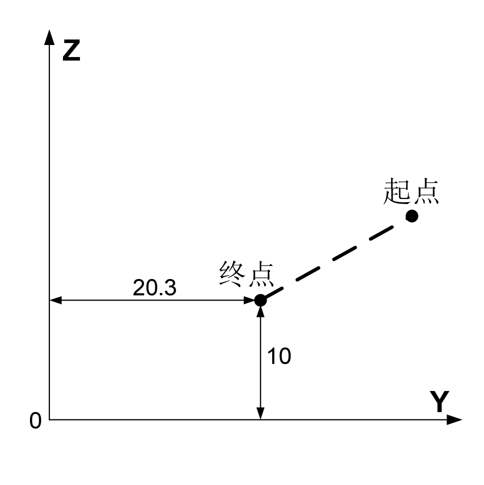


图 2-4 G01 直线插补（2）

注意：

- 在程序段中若哪个坐标值未出现，该坐标保持不动。
- G01 是模态的, 并与 G00、G02、G03 不相容。编程时 G01 可写成 G1。
- 在开机时, 执行 M02、M30"或"复位"后, CNC 确认为 G00 状态。

2.2.3 G02/G03 圆弧插补

G02 顺时针圆弧插补。

G03 逆时针圆弧插补。

在 G02/G03 将刀具以所编入的 F 进给率沿着圆弧轨迹移动。顺时针(G02)和逆时针(G03)与坐标轴的关系, 如图 2.5 所示。

G02/G03 指令以所编入的 F 进给率沿着圆弧轨迹移动刀具。它可在三个坐标平面（XY、ZX、YZ）内运动，由 G17、G18、G19 指令指定平面，详见“2.7.3 G17/G18/G19 平面选择指令”。

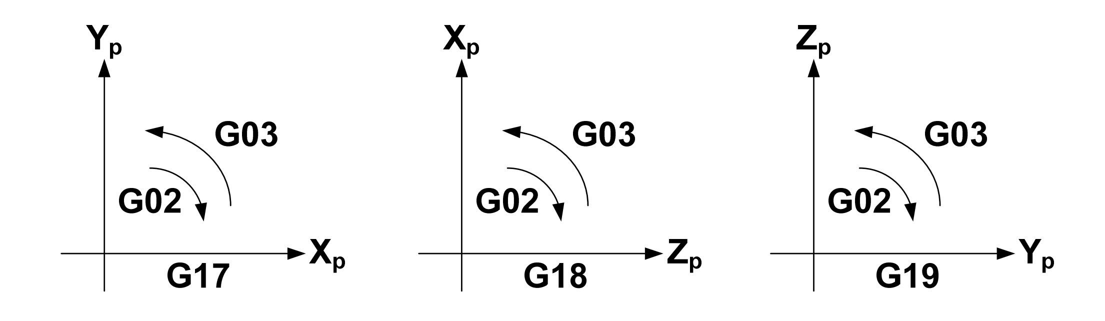


图 2-5 圆弧走向定义

该指令可将刀具按给定的进给速度沿所需圆弧运动到给定的坐标位置处，一般作为切削加工运动指令用。它可自动过象限。

编制圆弧程序时，应确定圆弧所在平面（G17～G19）、圆弧走向（G02/G03）、圆弧进给线

速度（F）、圆心相对于圆弧起点的坐标值（I、J、K，如图 2.6 ）或圆弧半径±R（圆弧弧度小于等于 180°时 R 为正，圆弧弧度大于 180°时 R 为负），在绝对方式下（G90)，应确定圆弧终点的绝对坐标值（X、Y、Z）；在增量方式（G91）下应确定圆弧终点相对于起点的坐标值（X、Y、Z）。

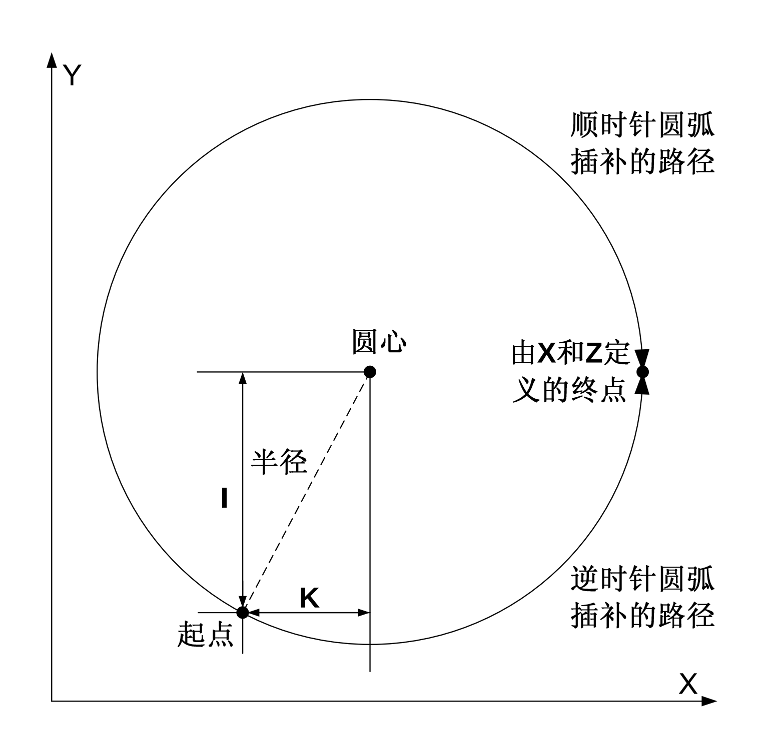


图 2-6 圆弧插补

指令格式：

$$G17\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}X\ Y\left\{\begin{matrix}R\\I\ \ J\end{matrix}\right\}F$$

$$G18\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}Z\ X\left\{\begin{matrix}R\\K\ \ I\end{matrix}\right\}F$$

$$G19\left\{\begin{matrix}G02\\G03\end{matrix}\right\}Y\ Z\left\{\begin{matrix}R\\J\ \ K\end{matrix}\right\}F$$

<table>
<tr><th>项目</th><th colspan="2">指 定 内 容</th><th>指 令</th><th>意 义</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="2" rowspan="2">旋 转 方 向</td><td>G02</td><td>顺时针方向圆弧插补</td></tr>
<tr><td>G03</td><td>逆时针方向圆弧插补</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">终点
位置</td><td>绝对值</td><td>X，Y，Z</td><td>终点坐标值 （G90）</td></tr>
<tr><td>增量值</td><td>X，Y，Z</td><td>终点相对于起点的坐标值 （G91）</td></tr>
</table>

3	圆心相对于起点的距离	I	圆心相对于圆弧起点之差在 X 轴上的投影值（带符号）
		J	圆心相对于圆弧起点之差在 Y 轴上的投影值（带符号）
		K	圆心相对于圆弧起点之差在 Z 轴上的投影值（带符号）
	圆弧的半径	R	圆弧半径
4	进给速度	F	圆弧切向进给速度

例：

刀具在 XY 平面内，按照起点为当前位置（X20，Y20）、圆心相对于起点的坐标值（I0，J-10）、圆心终点绝对坐标值（X30，Y10）、圆弧插补速度 60 mm / min 的圆弧插补轨迹。如图 2-7 所示。

绝对方式编程：N100 G02 X30 Y10 I0 J-10 F60

增量方式和 R 指令编程：N100 G91 G02 X10 Y-10 R10 F60

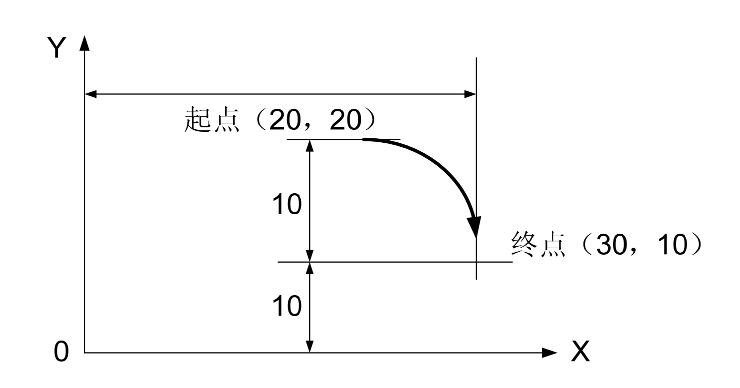


图 2-7 圆弧运动轨迹

注意：

- G90 和 G91 代码指定绝对值编程和相对值编程，它将影响所说明的坐标是绝对值坐标（相对于工件原点）还是相对值坐标（相对于当前刀具位置）。
- 圆弧插补的进给速度等于 F 代码指定的进给速度，并且沿圆弧的进给速度（圆弧的切向进给速度）被控制为指定的进给速度。
- G02 和 G03 都是模态的，它们彼此不相容，且都与 G00、G01 互不相容。G02 和 G03 可写成 G2/G3。
- G17 平面圆弧用 X，Y 与 I，J 或 R 指定编程；G18 平面圆弧用 X，Z 与 I，K 或 R 指定编程；G19 平面圆弧用 Y，Z 与 J，K 或 R 指定编程。
- 在圆弧指令下，X、Y、Z 不能同段指定，I、J、K 不能同段指定。R 与 I、J、K 不能同段指定。
- 要编写一整圆轨迹，则必须省略终点的坐标（或指定的终点坐标同起点一样），并且用 I、J 或 K 参数定义圆弧的圆心位置。这样就定义了一个终点和起点重合的 360 度圆弧。

- 圆弧半径值 R 可以被定义为正数或者负数。正的圆弧半径 R 将产生一小于等于 180 度的圆弧，而负的圆弧半径 R 将产生一大于等于 180 度的圆弧，如图 2.8 所示：

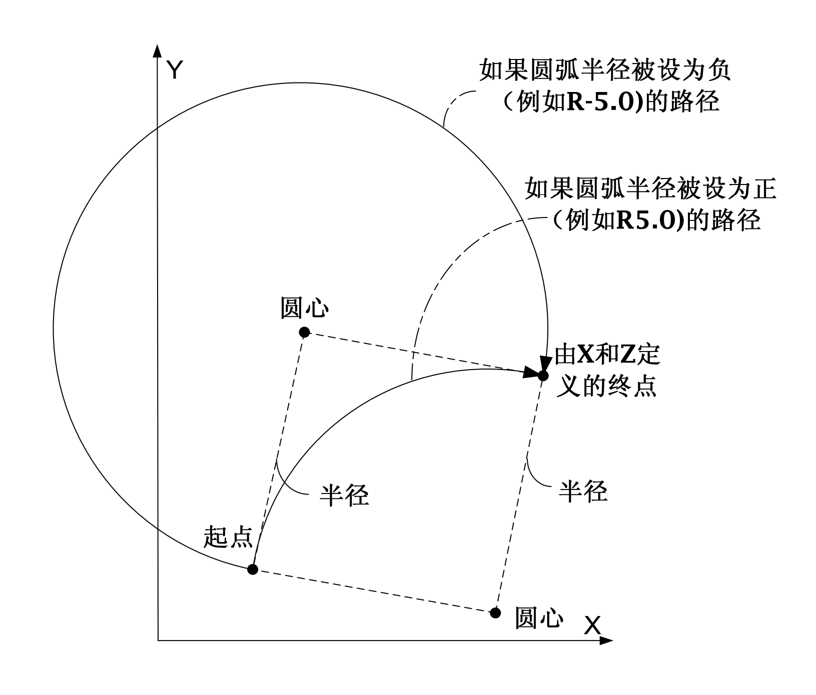


图 2-8 带正/负号圆弧半径的圆弧插补

警告：

如果代码中编入了一个终点同起点一样的圆弧，并且用 R 参数指定了该圆弧的半径，那么这将会得到一个点圆，即刀具在该点不运动。

当如果用 R 参数指定圆弧半径，并且其终点没有沿着由半径定义的圆弧时，这将导致出错提示“译码错误 9：圆弧半径值设定不正确或终点偏差超出了容许范围”。

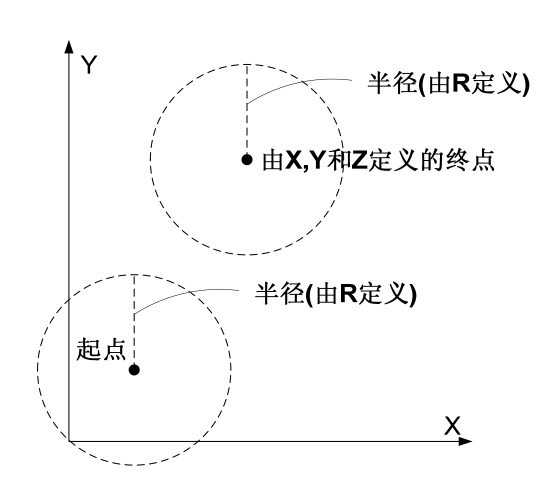


图 2-9 错误的圆弧插补编程

例：

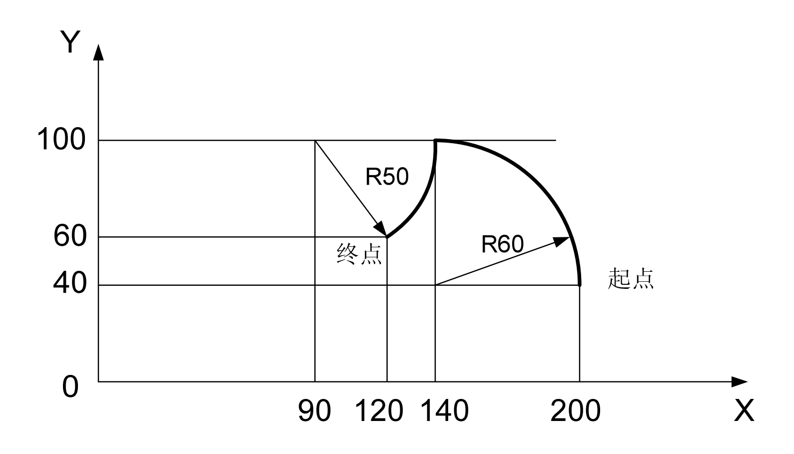


图 2-10 圆弧插补编程示例

上面的刀具轨迹编程如下

1 绝对值编程

G92X200.0 Y40.0 Z0;

G90 G03 X140.0 Y100.0R60.0 F300.;

G02 X120.0 Y60.0R50.0;

或

G92X200.0 Y40.0Z0;

G90 G03 X140.0 Y100.0I-60.0 F300.;

G02 X120.0 Y60.0I-50.0;

2 增量值编程

G91 G03 X-60.0 Y60.0 R60.0 F3000.;

G02 X-20.0 Y-40.0 R50.0;

或

G91 G03 X-60.0 Y60.0 I-60.0 F300.;

G02 X-20.0 Y-40.0 I-50.0;

2.2.4 G02/G03 螺旋插补

螺旋线插补是指通过指定最多 2 个非圆弧插补轴与其它圆弧插补轴同步移动，形成螺旋移动轨迹。

指令格式：

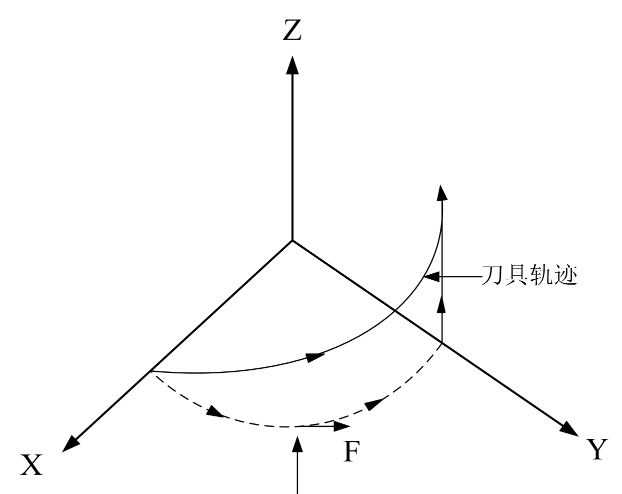
$$G17\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}X_Y_\begin{Bmatrix}R_\\I_\ J_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)\ F_$$ 与X Y平面圆弧同时移动

$$G18\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Z_X_\begin{Bmatrix}R_\\K_I_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)\ F_$$ 与X Z平面圆弧同时移动

$$G19\begin{Bmatrix}G02\\G03\end{Bmatrix}Y_Z_\begin{Bmatrix}R_\\J_K_\end{Bmatrix}\alpha_(\beta_)\ F_$$ 与Y Z平面圆弧同时移动

α、β：非圆弧插补的任意一个轴。最多能指定两个其它轴。

F 指令定义沿圆弧的进给速度。直线轴的进给速度=F *（直线轴的长度 / 圆弧的长度）。确定直线轴进给速度不要超过各种极限值。



沿着两个圆弧插补轴圆周的进给速度是指定的进给速度

注意：

- 只对圆弧进行刀具半径补偿。
- 在指令螺旋插补的程序段中，不能指令刀具偏置和刀具长度补偿。

举例：

程序	注释
G00 X0 Y0;	
M03 S600	
G00 Z20.0;	
G01 Z2.0 F1000	刀具下降至 Z 向起刀点
#101=0.5	螺旋线终点的 Z 坐标
G01 X20.0 Y0	螺旋线起始点

N100 G02 I-20.0 Z#101	加工螺旋线
#101=#101-1.5	计算下一条螺旋线 Z 向终点坐标
IF[#101 GT -28.0] GOTO100	
G01 X0 Y0	
M05	
M30	

2.2.5 G31 跳转功能（非模态）

在 G31 指令后像 G01 一样可以指令直线插补。

在该指令执行时若输入了外部跳转信号则中断该指令的执行，转而执行下个程序段。跳转功能用于在程序中不编加工终点值，而是用来自于机床的信号指定加工终点。在机床加工时，该功能还可用于工件尺寸的测量。

指令格式：G31 X_ Y _Z_ F_ P_

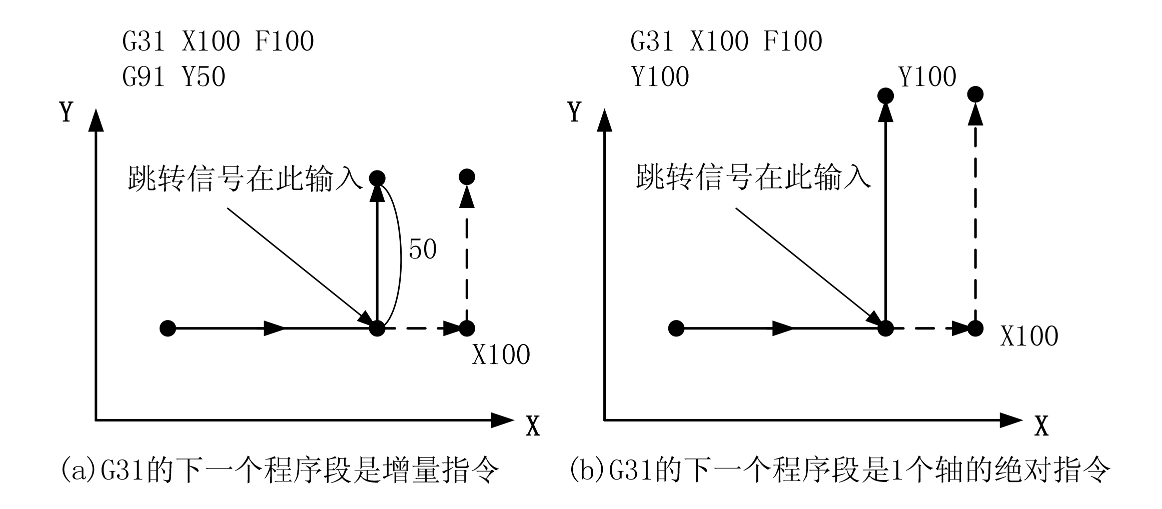
X_ Y _Z_：以绝对值指令编程时，终点的坐标值；

F_：刀具的进给速度。

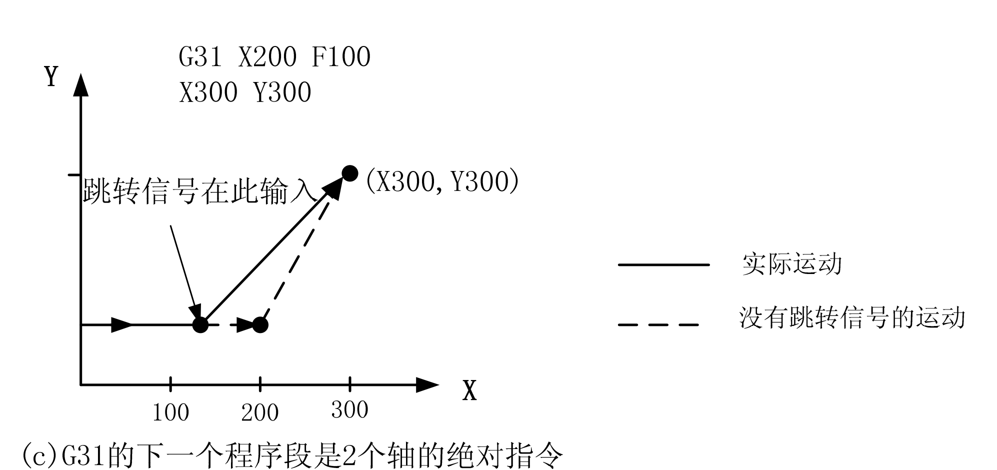
P_：P1-P8，指定跳转信号，如果 P 字段缺省，则默认采用第一路跳转信号

注意：

- 跳转信号接通时的坐标值被存储在系统宏变量#5601（X 轴机床坐标值），#5602（Y 轴机床坐标值）和#5603（Z 轴机床坐标值）中，可用于宏指令编程。
- 系统支持最多 8 路跳转信号。



(a)G31的下一个程序段是增量指令 (b)G31的下一个程序段是1个轴的绝对指令



(c)G31的下一个程序段是2个轴的绝对指令

图 2-11 G31 跳转示意图

2.3 进给功能

进给功能用于控制刀具的进给速度，进给功能有以下两种:

2.3.1 快速移动

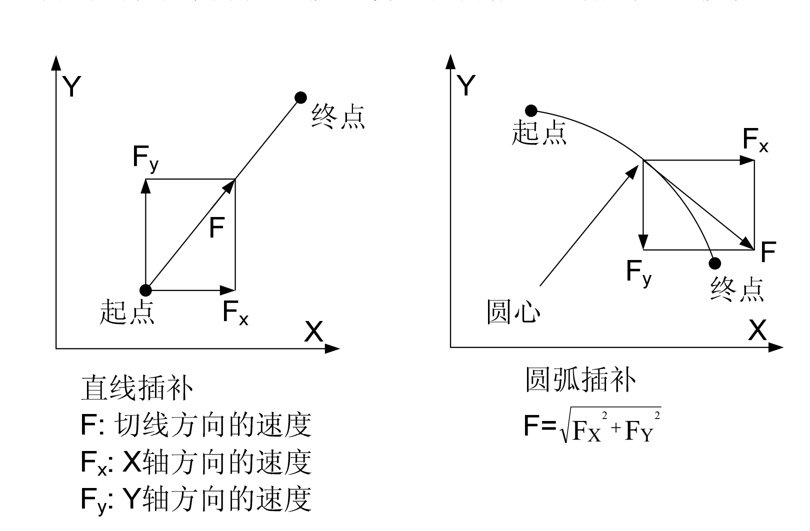
用定位指令 G00 进行快速移动。移动速度由系统参数来设定，程序中无需指定 F 值。

2.3.2 切削进给

刀具以程序中编制的切削进给速度（F 指定）移动。在直线插补（G01）、圆弧插补（G02、G03）中用 F 代码后面的数值来指定刀具的进给速度。F 的单位为毫米/分钟（mm/min）或英寸/分钟(inch/min)。

2.3.2.1 切线速度控制

切削进给通常是控制切线方向的速度，使它能够始终达到指令的速度值。



2.3.2.2 G94 每分钟进给

在指定 G94(每分钟进给)以后,刀具每分钟的进给量由 F 所给定的数值指定。G94 是模态代码。一旦指定，在 G95（每转进给）、M02、M30 指令, 或者"紧急停", "复位"被指定前一直有效。在电源接通时，G94 有效。

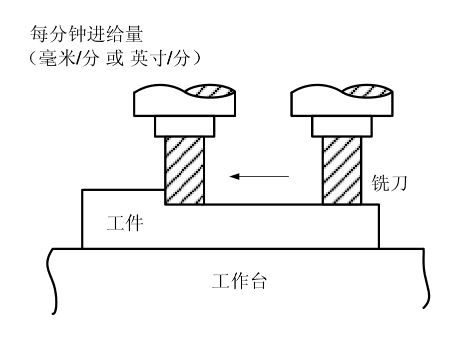


图 2-12 每分进给

2.3.2.3 G95 每转进给

在指定 G95 (每转进给)之后，F 的数值表示主轴每转一圈刀具的进给量。该指令需要机床的主轴装有编码器。在当前版本中不予支持。

2.3.2.4 切削进给速度的限制

参数“最大速度限制”设置各轴切削进给速度的上限值。

2.3.3 G04 暂停

指令格式： G04 X_ 或 P_

X_ 延时时间，单位：秒（s）

P_ 延时时间，单位：毫秒（ms）

指令 G04 指定暂停，机床不运动。按指定的时间延时执行下个程序段。

例如: N1010 G04 X20.3 暂停 20.3 秒

N1010 G04 P203 暂停 203 毫秒

G04、G28、G29 不能在同一程序段中出现。

G04 也可简写成 G4。

2.3.4 G04 跳转功能

在该指令执行时（延时等待期间）若输入了外部跳转信号则中断该指令的执行，转而执行下个程序段。

指令格式： G04 X_(或 P_) Q_

X_ 延时时间，单位：秒(s)

P_ 延时时间，单位：毫秒(ms)

Q_：指定跳转信号，范围为 Q1、Q2..Q8

2.3.5 G61/G64 控制运动的方式

指令格式：

G61 准停方式

G64 切削方式

G61/G64 控制系统的运动方式。在切削进给期间，如果在相邻两程序段之间的移动方向发生了改变，可能造成圆角轨迹，如图 2-13 所示。如果想消除该拐角处的圆弧，可加入准停方式指令 G61。

G61 是模态 G 代码，指定后一直有效，直到被 G64 取消。缺省为 G64。

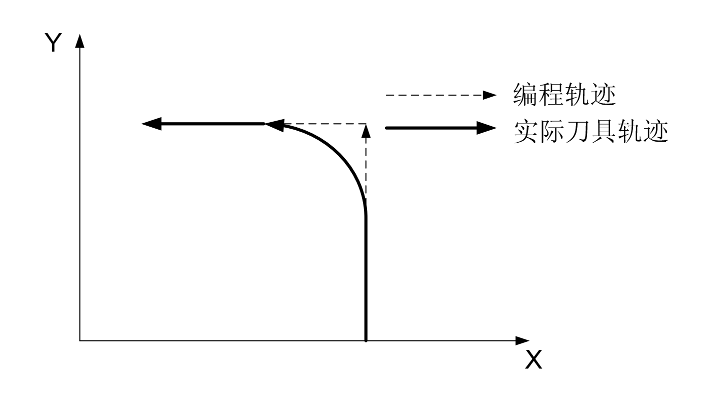


图 2-13 两个程序段之间刀具轨迹

2.4 坐标值与尺寸

2.4.1 G20/G21 英制／公制转换

指令格式：

G20: 英寸输入

G21: 毫米输入

G20，G21 指令用来确定你将使用英寸还是毫米作为单位来说明坐标值，距离，半径等等。

G20，G21 指令用来确定输入数据的单位是英寸还是毫米，但对角度的数据输入没有影响，单位仍然保持为度。当 G20/G21 被指定之后，改变以下数值的单位制：

- 由 F 代码指令的进给速度
- 位置指令
- 在增量进给中的移动距离

例如：

N100 G21 G91 G00 X10.2 Y20.3

表示刀具快速移动到距起点（X10.2，Y20.3）（毫米）的位置。

例如：

N100 G20 G91 G00 X10.2 Y20.3

表示刀具快速移动到距起点（X10.2，Y20.3）（英寸）的位置。

该组指令具有模态续效性，缺省值为 G21。CNC 通电或者执行 M02、M30 指令或者"紧急停"、"复位"后, CNC 处于 G21 模式。

G20，G21 在同一个程序段中是不相容的。

G20，G21 指令必须位于程序的开头， 在设定坐标系之前，以单独程序段指定。

2.4.2 G90/G91 绝对/增量编程

坐标值可用绝对值 G90 方式表示，也可以用增量值 G91 方式表示。G90 或 G91 指令是控制其后的运动指令是以绝对方式还是增量方式编程。

指令格式：

G90: 绝对方式指令，编程终点的坐标值。

G91: 增量方式指令，编程刀具移动距离。

CNC 通电或者执行 M02、M30 指令或者"紧急停"、"复位"后, CNC 处于 G90 编程状态。

G90、G91 在同一个程序段中是不相容的。

例：如图 2-14 所示，起点是 P0(X50 Y10)，运动轨迹为 P0→P1→P2。

绝对值编程:　N10 G90 G01 X30 Y20　;　P0→P1

　　　　　　N20　　　　X20 Y30　;　P1→P2

增量值编程:　N10 G91 G01 X-20 Y10　;　P0→P1

　　　　　　N20　　　　X-10 Y10　;　P1→P2

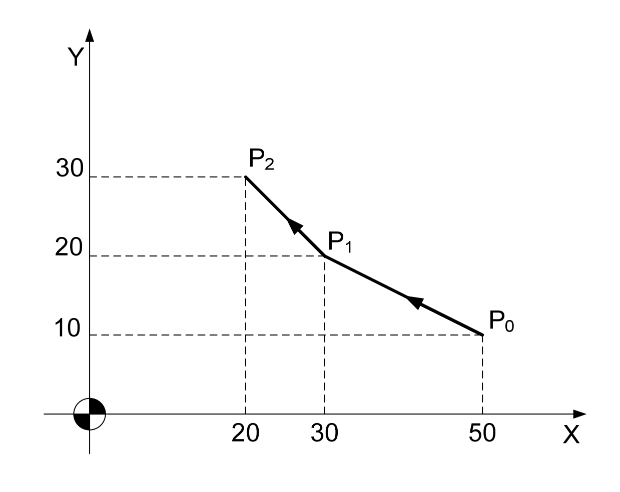


图 2-14 G90/G91 绝对值/增量值编程

2.5 参考点

2.5.1 G28 返回参考点（非模态）

参考点是机床上的一个固定点，用参考点返回功能,刀具可以容易地移动到该位置。G28 指令各轴以快速移动速度经中间点返回到参考点。注意：它仅用于空行程。如图 2-15 所示。

指令格式：G28　X__　Y__　Z__　A__；

X__，Y__，Z__和 **A__**：中间点各轴坐标值

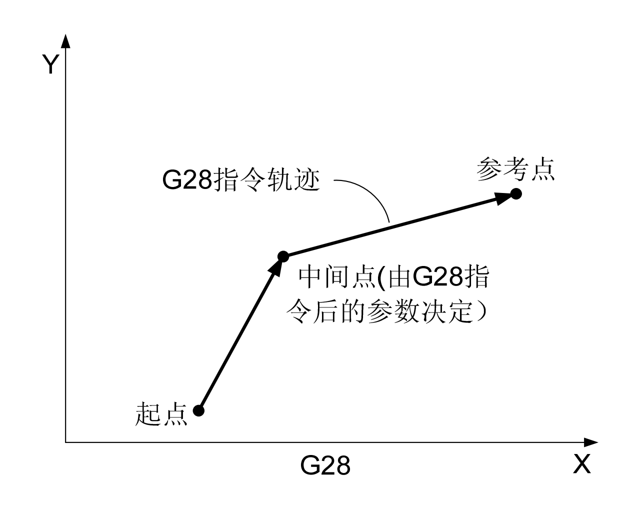


图 2-15 G28 返回参考点

G28 后的这些坐标值可以是绝对的或相对的，由 G90，G91 决定。

为安全起见，在编写 G28 之前，应先取消刀具半径补偿以及刀具长度补偿。

2.5.2 G29 从参考点返回（非模态）

G29 实现从参考点经 G28 指定的中间点快速（G00 定位速度）返回到指定的目标点位置，如图 2-16 所示。注意：此组指令只用于空行程。

指令格式：G29 X_ Y_ Z_ A_；

X_，Y_，Z_和 A_：各轴目标点位置。

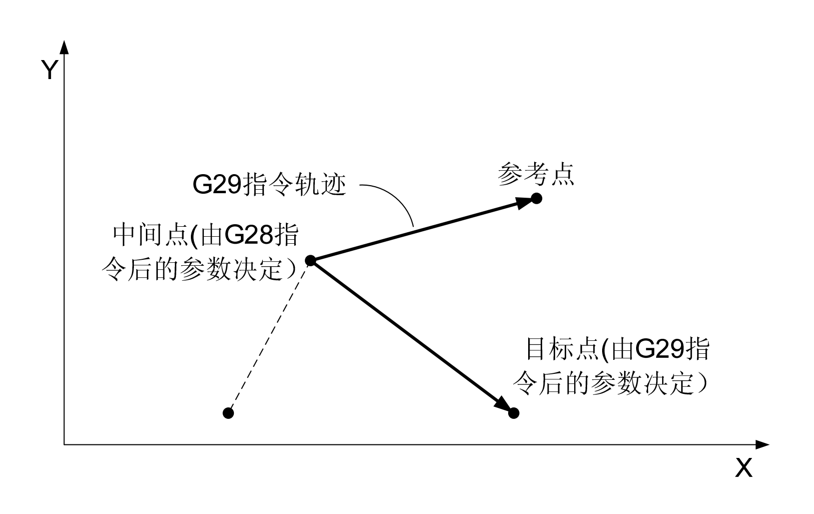


图 2-16 G29 从参考点返回

G29 后的这些坐标值可以是绝对的或相对的，由 G90，G91 决定。

例如：

G28 G90 X1000.0 Y500.0　　；从 A 经 B 到 R 的移动

(在参考点换刀)

G29 X1300.0 Y200.0　　；从 R 经 B 到 C 的移动

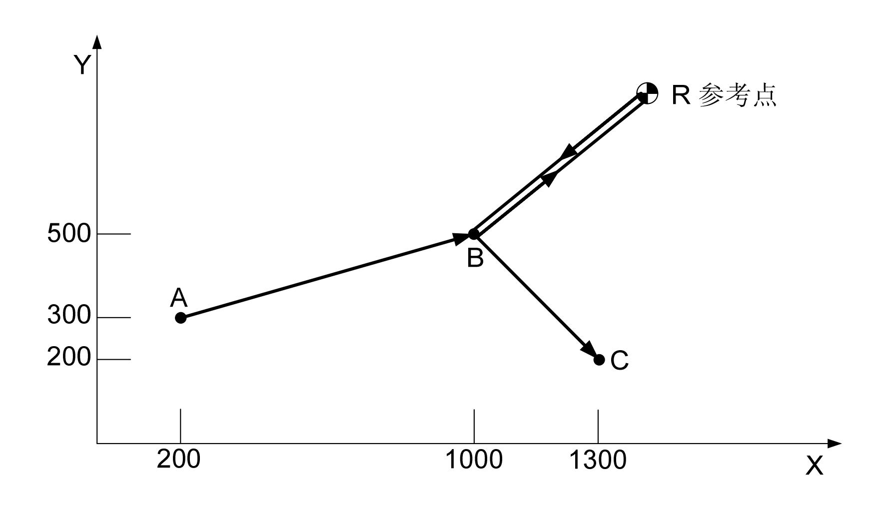


图 2-17 返回参考点和从参考点返回

2.6 刀具补偿功能

2.6.1 刀具半径补偿

在轮廓加工过程中，由于刀具总有一定的半径（对于铣削而言就是铣刀半径），刀具中心的运动轨迹并不等于所需加工零件的实际轮廓。为了达到被加工零件所要求的尺寸，必须计算出加上刀具半径后的刀具轨迹。

使用刀具半径补偿功能可以直接对零件轮廓编程，而不用考虑刀具的尺寸。CNC 根据零件轮廓和存放在刀具表中的刀具尺寸，自动计算刀具所走的轨迹。当刀具移动时，刀具轨迹偏移一个刀具半径，为此，CNC 首先建立长度等于刀具半径的偏置矢量（称为刀具半径补偿建立或起刀），矢量方向由刀具半径补偿指令（G41/G42）决定，偏置矢量垂直于刀具轨迹，矢量的尾部在工件上而头部指向刀具中心。如果在起刀后指定直线或圆弧插补指令，在加工期间，刀具轨迹以偏置矢量的长度偏移。在加工结束时，为使刀具返回到起始位置须取消刀具半径补偿，如图 2-18 所示。

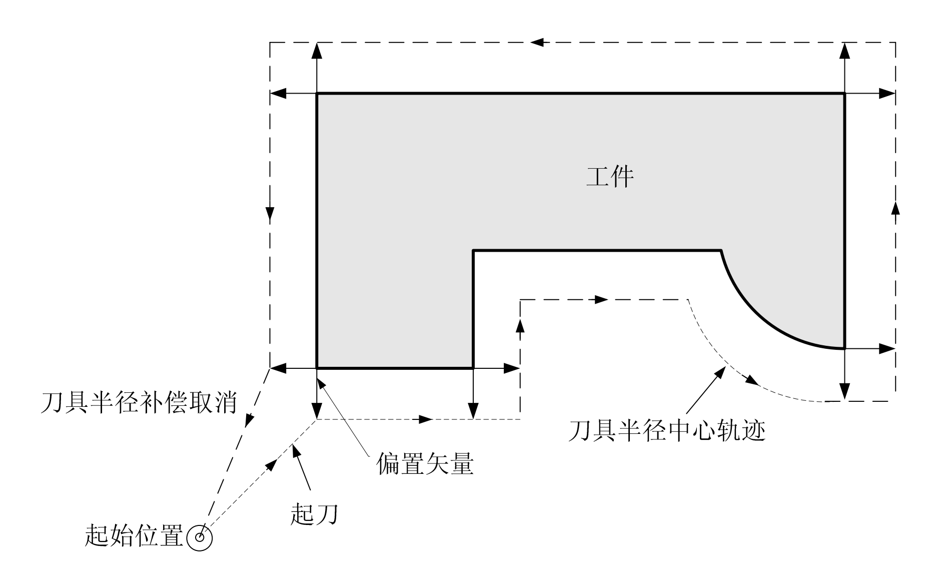


图 2-18 刀具半径补偿

2.6.1.1 G41/G42 刀具半径补偿指令

指令格式：

G00 (或 G01) G41(或 G42) X_ Y_ Z_ D_

G41：左刀具半径补偿（沿刀具运动方向看，刀具在工件的左边）。

G42：右刀具半径补偿（沿刀具运动方向看，刀具在工件的右边）。

X_、Y_、Z_： 轴移动指令

D_：指定刀具半径补偿值的序号（D 代码）

说明：

- 轴移动指令由平面选择指令（G17，G18，G19）决定。
- D 代码具有模态续效性，一旦指定会一直保持有效，直到另一个 D 代码被指定为止。
- D 代码由 2 位数字（补偿号）表示，每个 D 代码对应的刀具半径补偿值可在刀具设置表中设定，在 SEC500 数控系统中，最多寄存 20 组刀具半径补偿值（D01～D20），详见 "操作 6 刀具设置"部分。D00 中数值为 0，不能设置。
- 指定刀具半径补偿指令 G41/G42 后，系统进入偏置方式。

2.6.1.2 G40 刀具半径补偿取消

指令格式：G00 (或 G01) G40 X_ Y_ Z_

G40：在程序段中撤消刀具半径补偿。

X_、Y_、Z_： 轴移动指令

说明：

- 指定刀具半径补偿取消指令 G40 后，系统进入偏置取消方式。

- 当电源接通时，系统处于刀具偏置取消方式。在偏置取消方式中，偏置矢量为 0，刀具半径中心轨迹和编程轨迹一致。
- 程序结束时必须处于刀具半径补偿取消状态，否则系统会提示错误信息“刀具半径未被取消，编辑 G40 指令”。

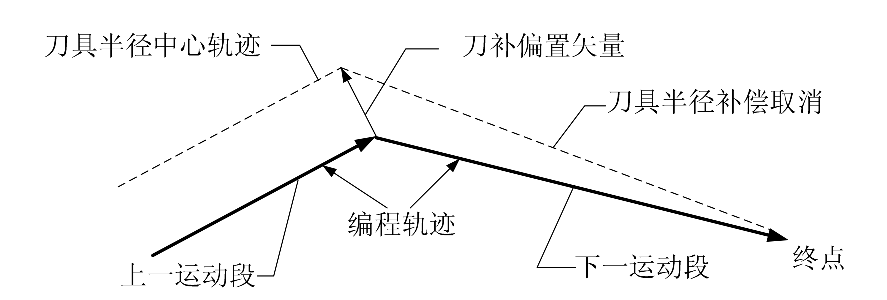


图 2-19 **刀具半径补偿取消**（G40）

注意：

- G41、G42、G40 指令具有模态续效性，缺省值为 G40。
- 在偏置方式下，不能指定 G51（比例）和 G51.1（镜像）指令。
- 起刀或取消半径补偿时必须指定 G00 或 G01 定位，如果是圆弧轨迹（G02 或 G03），系统会提示报错消息“半径补偿建立或撤销指定在非直线运动段中，删除修改”。
- 通常，刀具半径补偿值应在偏置取消方式下改变。如果在偏置方式中改变刀具半径补偿值，在程序段的终点的矢量被计算作为新刀具半径补偿值。如图 2-20 所示。

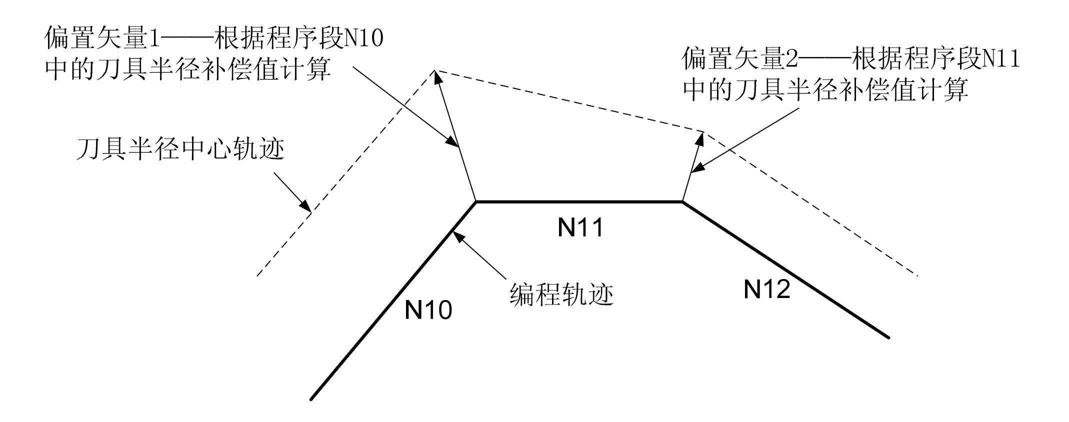
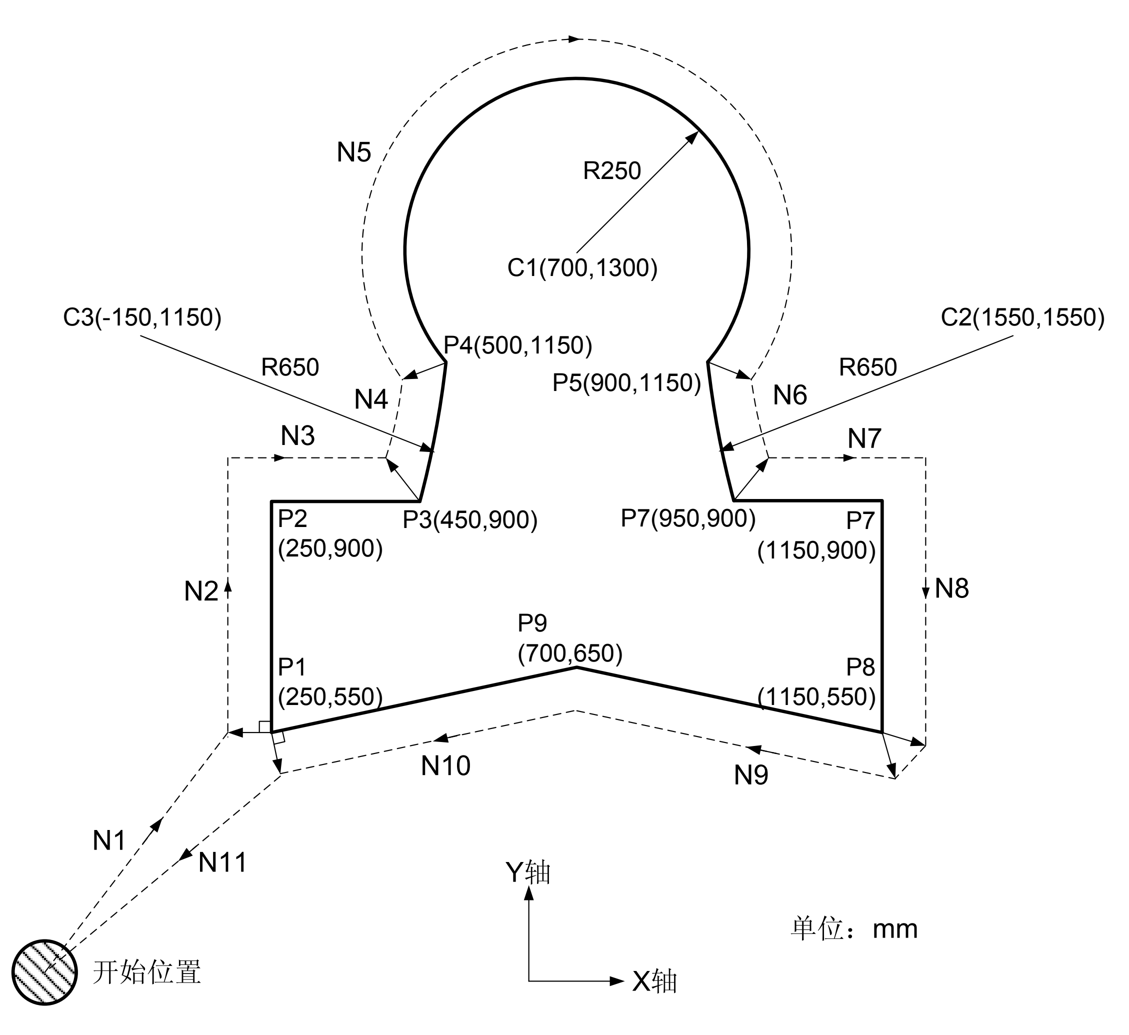


图 2-20 **改变刀具半径补偿值**

示例：



G92 X0 Y0 Z0	指定绝对坐标值。刀具定位在开始位置（X0， Y0，Z0）
N1 G90 G17 G00 G41 D07 X250.0 Y550.0	开始刀具半径补偿（起刀）。 刀具偏移到编程轨迹的左边（偏置方式），偏置距离由 D07 指定。
N2 G01 Y900.0 F150	从 P1 到 P2 加工。
N3 X450.0	从 P2 到 P3 加工。
N4 G03 X500.0 Y1150.0 R650.0	从 P3 到 P4 加工。
N5 G02 X900.0 R-250.0	从 P4 到 P5 加工。
N6 G03 X950.0 Y900.0 R650.0	从 P5 到 P6 加工。
N7 G01 X1150.0	从 P6 到 P7 加工。
N8 Y550.0	从 P7 到 P8 加工。
N9 X700.0 Y650.0	从 P8 到 P9 加工。
N10 X250.0 Y550.0	从 P9 到 P1 加工。
N11 G00 G40 X0 Y0	取消偏置方式。刀具返回到开始位置（X0,Y0,Z0）。

2.6.1.3 刀具半径补偿的详细说明

除了刀具半径偏移外，刀具半径补偿还能够在零件廓形的拐角处自动进行尖角过渡处理。程序针对各种常规零件廓形的内、外拐角组合形式（直线与直线、直线与圆弧、圆弧与直线、圆弧与圆弧）完成刀具半径偏移及尖角的折线型过渡。

下面的图例中出现的符号含义：

θ——两段编程轨迹的夹角。当夹角超过 180°时，称该轨迹为“内侧”。当夹角在 0 和 180°之间时，称为“外侧”。

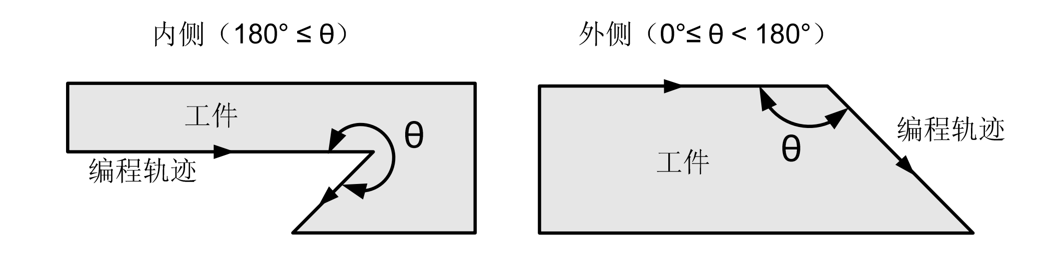


图 2-21　刀具轨迹的内、外侧

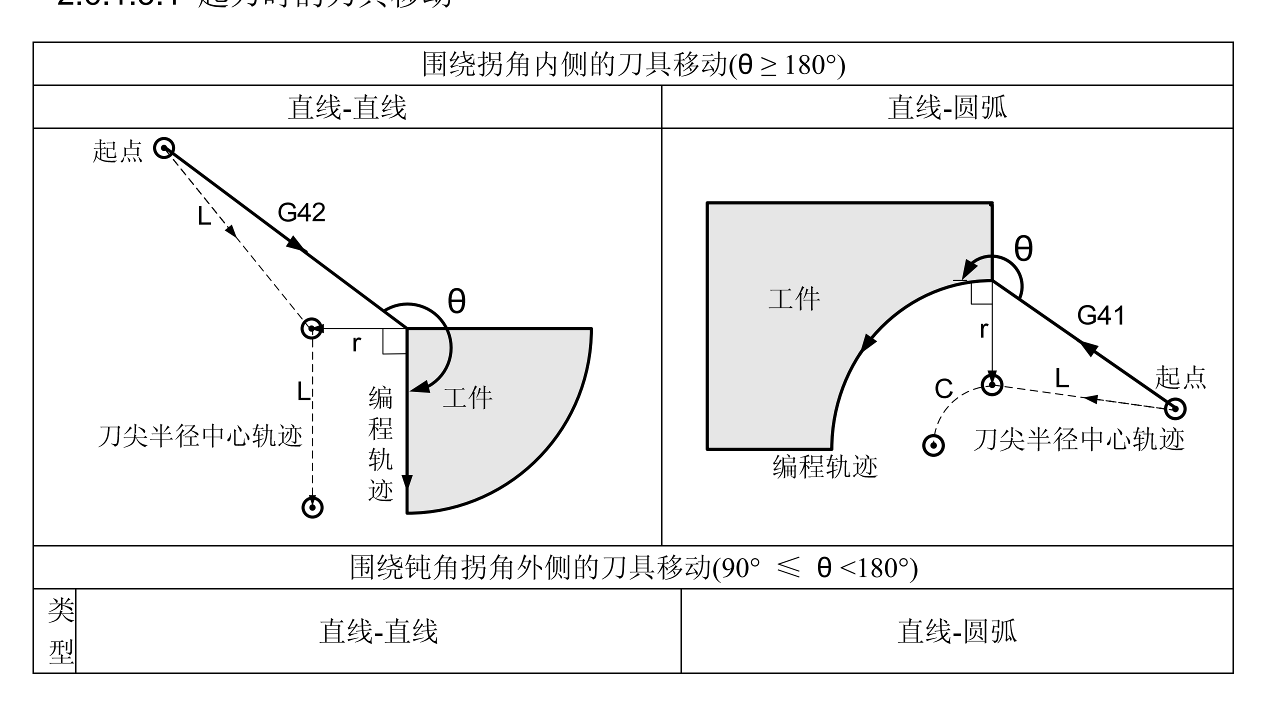
L——表示刀具沿直线运动

C——表示刀具沿圆弧运动

r——表示刀具半径补偿值

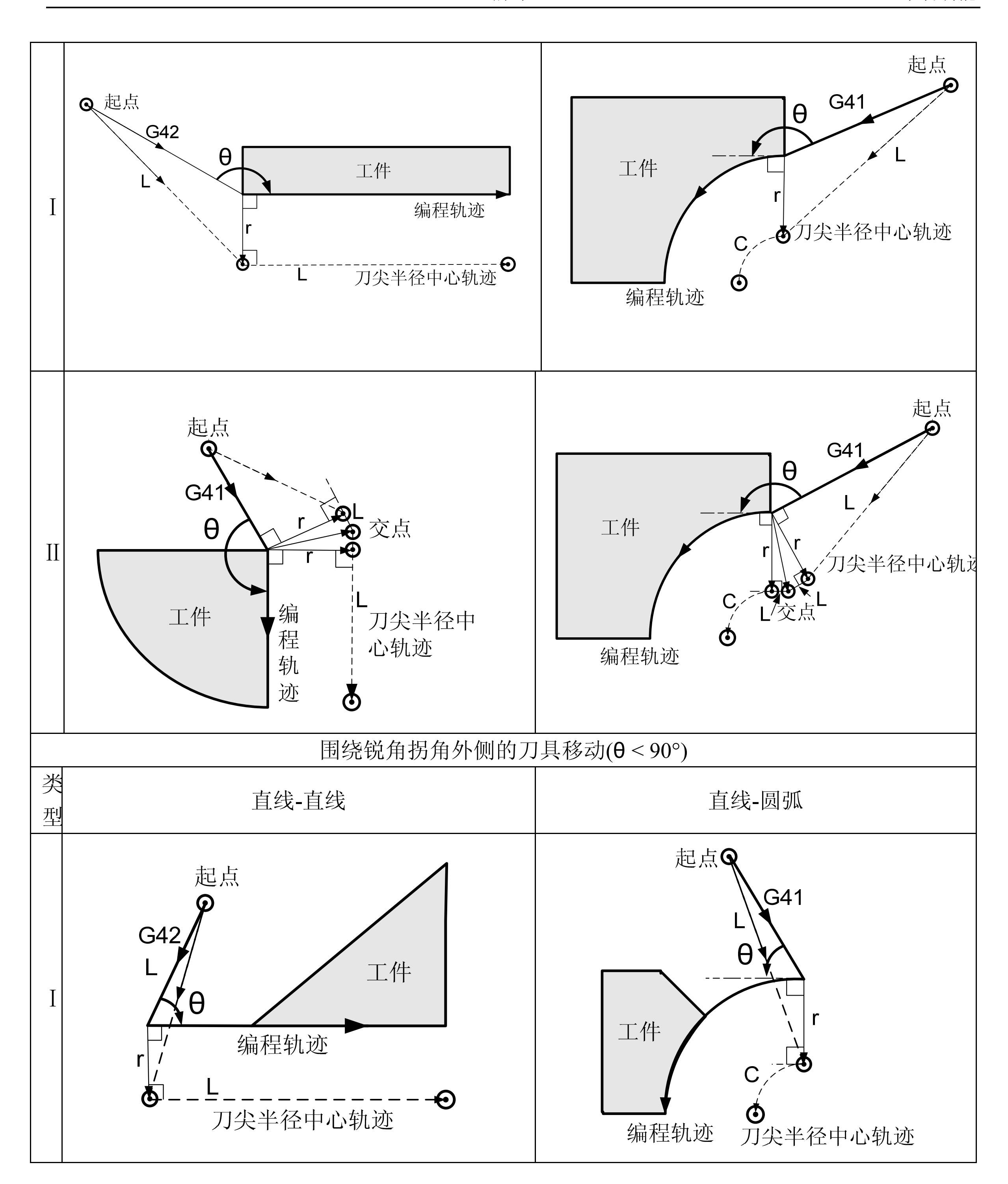
交点——两段编程轨迹在它们由 r 偏置后，彼此相交的位置

2.6.1.3.1 起刀时的刀具移动

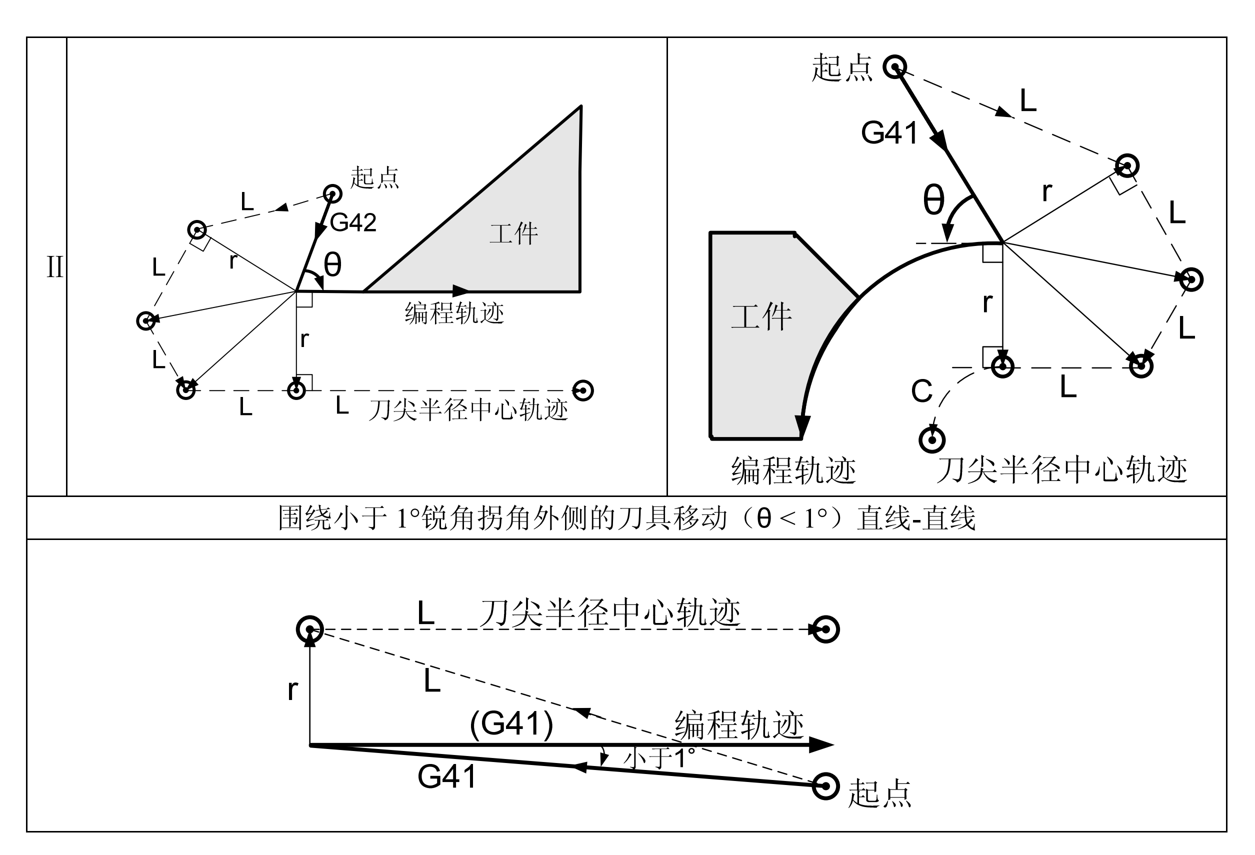


围绕拐角内侧的刀具移动(θ ≥ 180°)	
直线-直线	直线-圆弧

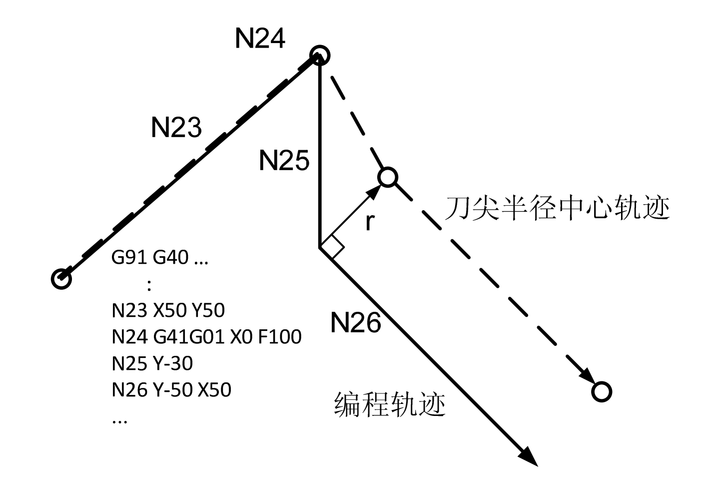
围绕钝角拐角外侧的刀具移动(90° ≤ θ <180°)		
类型	直线-直线	直线-圆弧



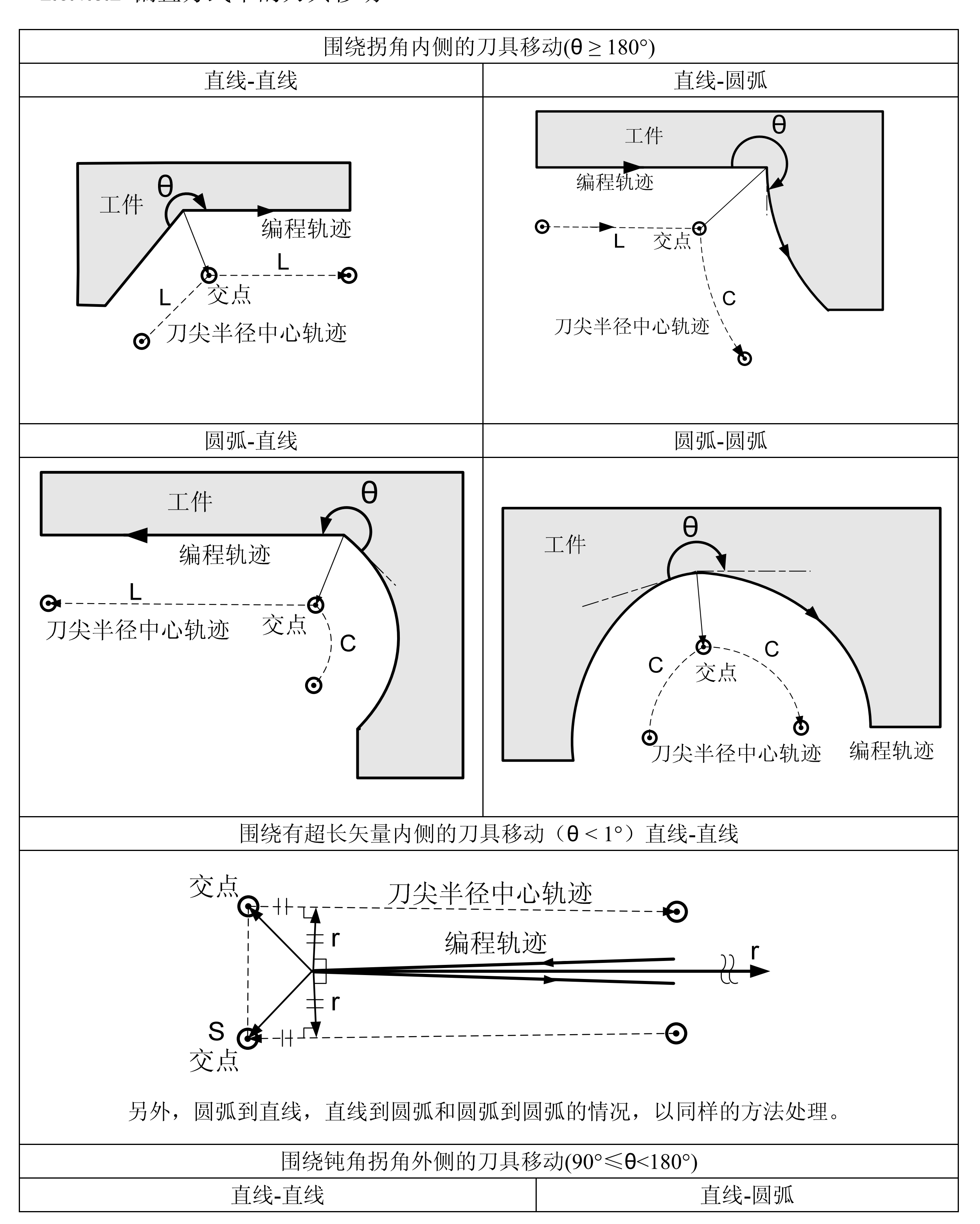
I
起点
G42
θ
L
工件
编程轨迹
r
L
刀尖半径中心轨迹
起点
G41
θ
L
工件
r
刀尖半径中心轨迹
C
编程轨迹
II
起点
G41
θ
r
L
交点
r
工件
编
程
轨
迹
L
刀尖半径中
心轨迹
起点
G41
θ
L
工件
r
r
C
L
交点
L
编程轨迹
围绕锐角拐角外侧的刀具移动(θ < 90°)
类型
直线-直线
直线-圆弧
I
起点
G42
L
θ
工件
编程轨迹
r
L
刀尖半径中心轨迹
起点
G41
L
θ
工件
r
C
编程轨迹
刀尖半径中心轨迹

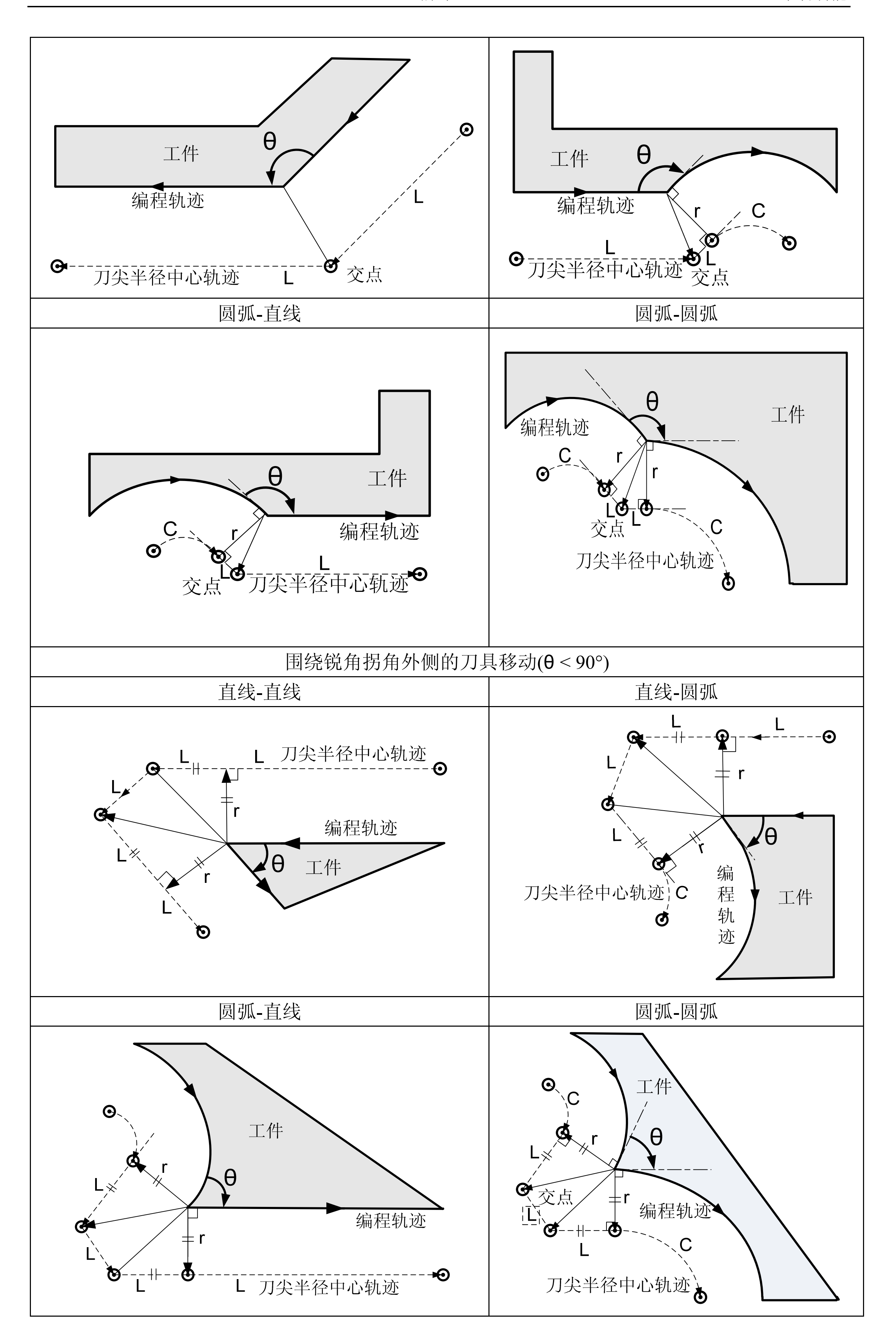


注：如果在起刀的程序段未包含刀具移动指令则不建立偏置矢量。



2.6.1.3.2 偏置方式中的刀具移动




工件
θ
编程轨迹
L
刀尖半径中心轨迹
L
交点
工件
θ
编程轨迹
r
C
L
刀尖半径中心轨迹
L
交点
圆弧-直线
圆弧-圆弧
θ
工件
编程轨迹
C
r
L
交点
L
刀尖半径中心轨迹
θ
工件
编程轨迹
C
r
r
L
L
交点
C
刀尖半径中心轨迹
围绕锐角拐角外侧的刀具移动(θ < 90°)
直线-直线
直线-圆弧
L
L
刀尖半径中心轨迹
L
r
编程轨迹
L
θ
工件
r
L
L
L
L
r
θ
L
r
编程轨迹
工件
刀尖半径中心轨迹
C
圆弧-直线
圆弧-圆弧
工件
r
θ
L
L
r
编程轨迹
L
L
刀尖半径中心轨迹
C
工件
r
θ
L
交点
r
L
编程轨迹
L
C
刀尖半径中心轨迹

注 1：没有内交点情况

如果刀具半径补偿值足够小，补偿后形成的两个圆弧刀尖半径中心轨迹相交在一点 P。 如果刀具半径补偿值太大，有可能得不到交点 P。当出现这种情况时，系统会报警——“译码错误 20：刀具中心半径补偿轨迹没有内交点”，并停止刀具移动。

在下面的例子中，当指定的刀尖半径补偿值足够小时，沿圆弧 A 和 B 的刀具中心轨迹相交在 P 点。如果指定了一个过大的值，这个交点可能得不到。

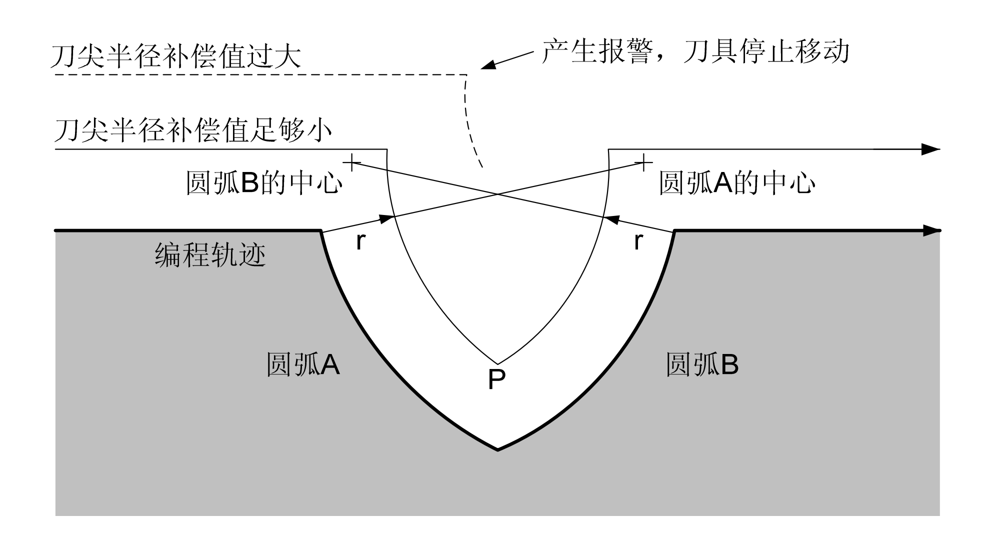


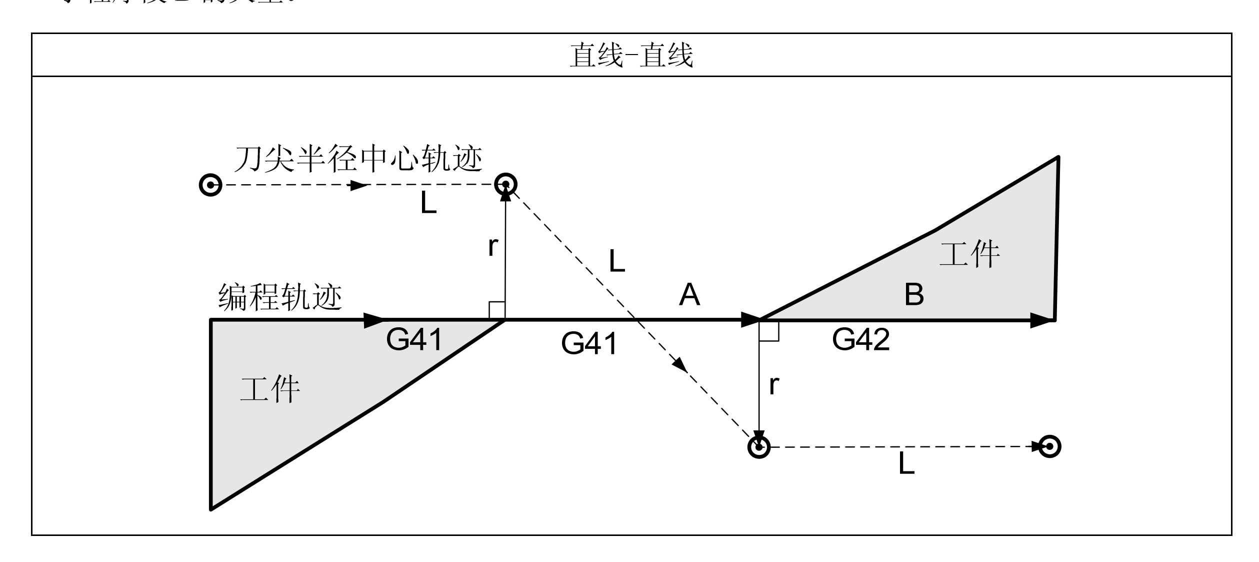
图 2-22 没有内交点

注2：在偏置方式中改变偏置方向

偏置方向是由刀具半径补偿指令 G41/G42 和刀具半径补偿值的符号决定的，如下所述：

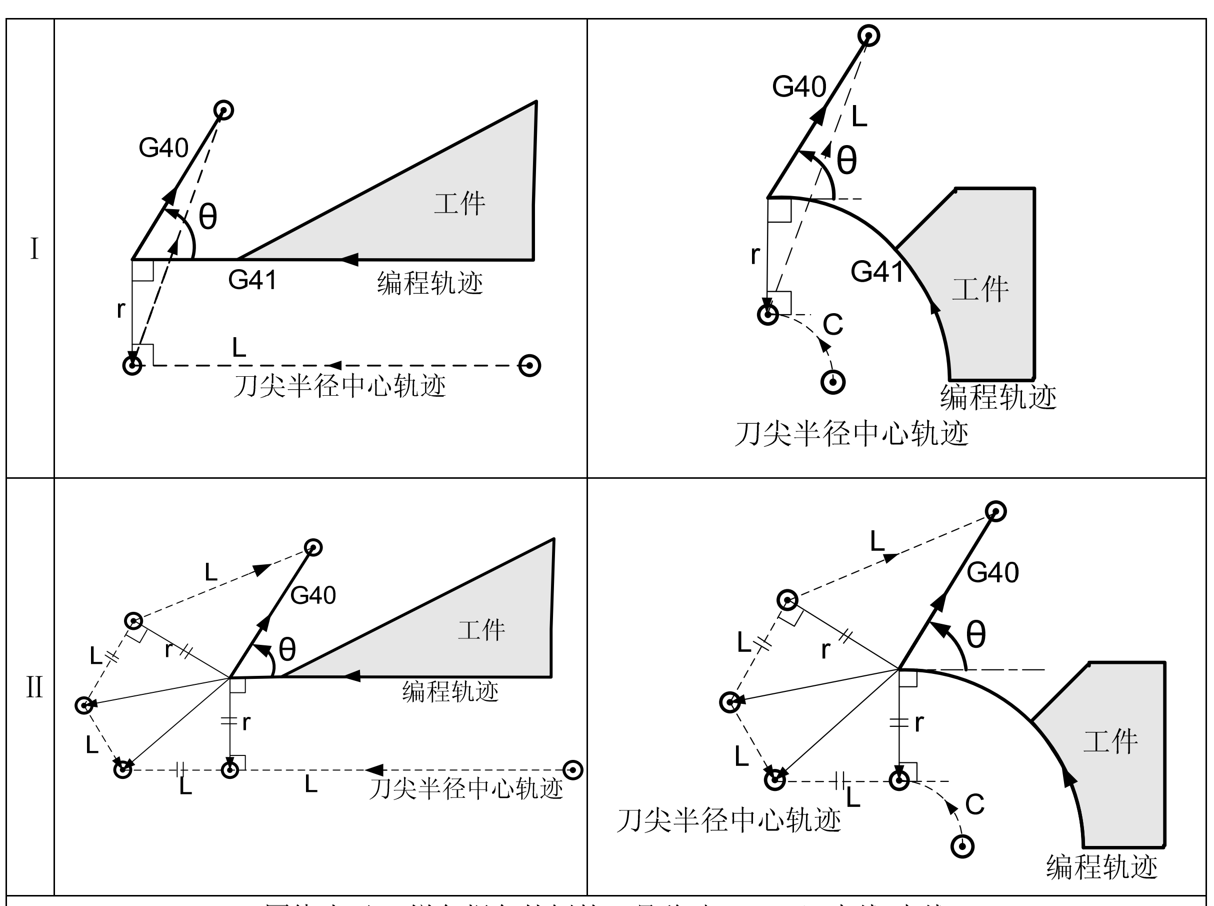
指令 \ 补偿值符号	+	−
G41	左侧偏移	右侧偏移
G42	右侧偏移	左侧偏移

当用 G41 和 G42 在程序段 A 到程序段 B 中改变偏置方向时，则在程序段 B 的起点产生垂直于程序段 B 的矢量。

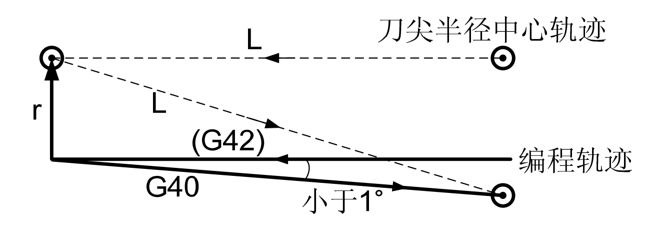


2.6.1.3.3 偏置取消方式中的刀具移动

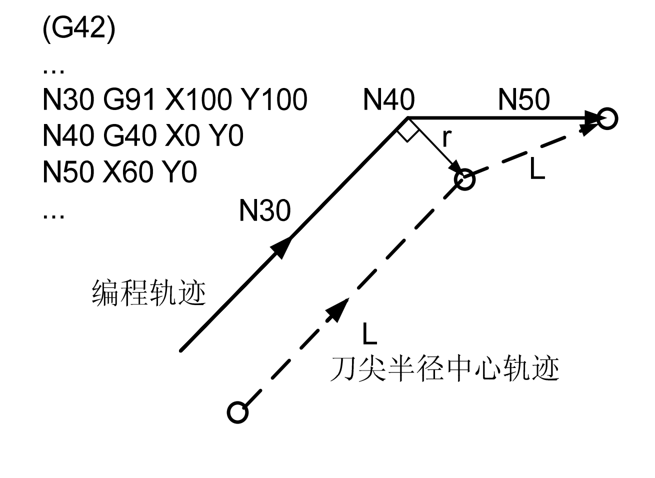
<table>
<tr><td colspan="3">围绕拐角内侧的刀具移动(θ ≥ 180°)</td></tr>
<tr><td colspan="2">直线-直线</td><td>圆弧-直线</td></tr>
<tr><td colspan="2">编程轨迹
工件
L
刀尖半径中心轨迹
S
r
θ
G40</td><td>θ
工件
G40
r
L
S
C
刀尖半径中心轨迹
编程轨迹</td></tr>
<tr><td colspan="3">围绕钝角拐角外侧的刀具移动(90°≤θ<180°)</td></tr>
<tr><td>类型</td><td>直线-直线</td><td>圆弧-直线</td></tr>
<tr><td>I</td><td>工件
编程轨迹
θ
G40
L
r
刀尖半径中心轨迹</td><td>G40
θ
L
工件
刀尖半径中心轨迹
r
C
编程轨迹</td></tr>
<tr><td>II</td><td>工件
θ
G40
编程轨迹
L
r
刀尖半径中心轨迹</td><td>G40
θ
L
工件
r
交点
C
刀尖半径中心轨迹
编程轨迹</td></tr>
<tr><td colspan="3">围绕锐角拐角外侧的刀具移动(θ<90°)</td></tr>
<tr><td>类型</td><td>直线-直线</td><td>圆弧-直线</td></tr>
</table>



围绕小于 1°锐角拐角外侧的刀具移动（θ<1°）直线-直线



当没有刀具移动的程序段与偏置取消指令G40一起指令时，偏置矢量产生在前面程序段中刀具移动的垂直方向上，偏置矢量在下个移动指令中取消。

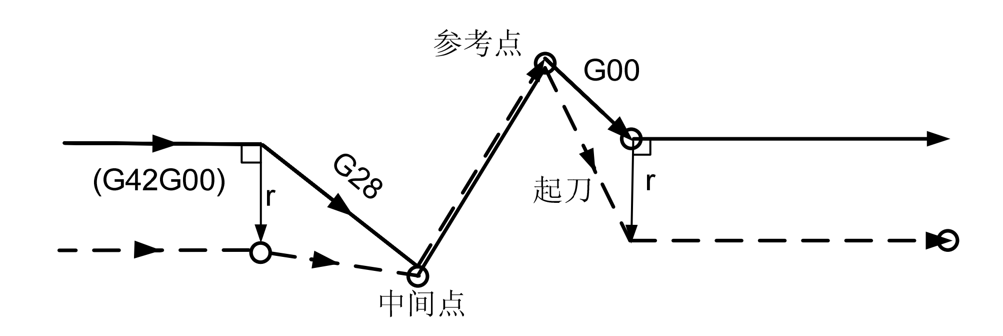


2.6.1.3.4 刀具半径补偿暂时取消

如果在偏置方式中指定下面指令，偏置方式被暂时取消，然后又自动恢复。

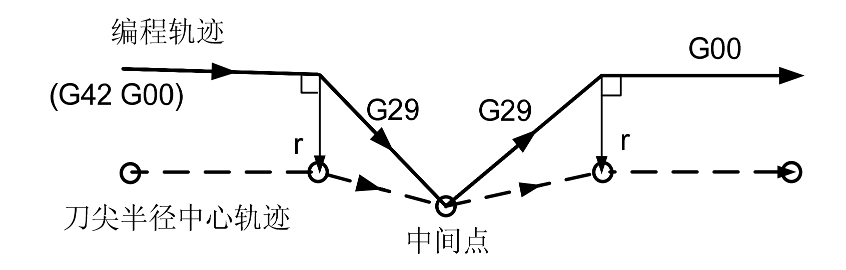
1) 在偏置方式中指定G28（返回参考点）

如果在偏置方式中指定G28，在中间点位置取消偏置方式，执行回参考点时的各轴的矢量分量复位为零，回参考点之后系统自动重新起刀。



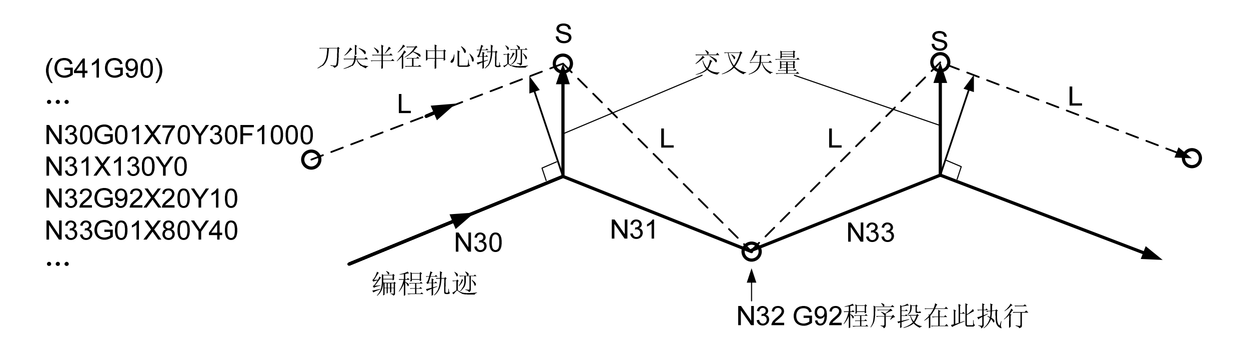
2) 在偏置方式中指定**G29**（从参考点返回）

如果在偏置方式指定G29，那么在中间点将偏置取消并在以后的程序段自动恢复偏置方式。



3) 在偏置方式指定G92（改变工件坐标系指令）

在偏置方式中，如果指令 G92（改变工件坐标系指令），偏置矢量被暂时取消，随后偏置矢量自动恢复，在这种情况下没有偏置取消移动，刀具直接从交点移动到偏置矢量被取消的指令点，在恢复刀具偏置方式后，刀具直接移动到交点。



2.6.1.3.5 刀具半径补偿方式中的无刀具移动程序段

在如下程序段中，即使有刀具半径补偿，刀具也没有移动。

(1) M05；M 代码输出

(2) S100； S 代码输出

(3) G04 X5；暂停

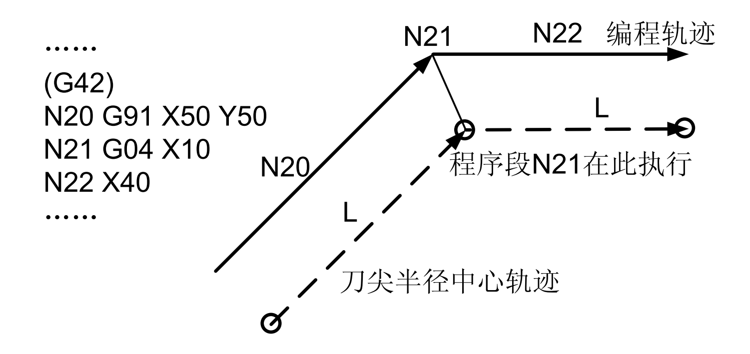
(4) （G17）Z200.0；移动指令不在偏置平面内

(5) G90；只有 G 代码

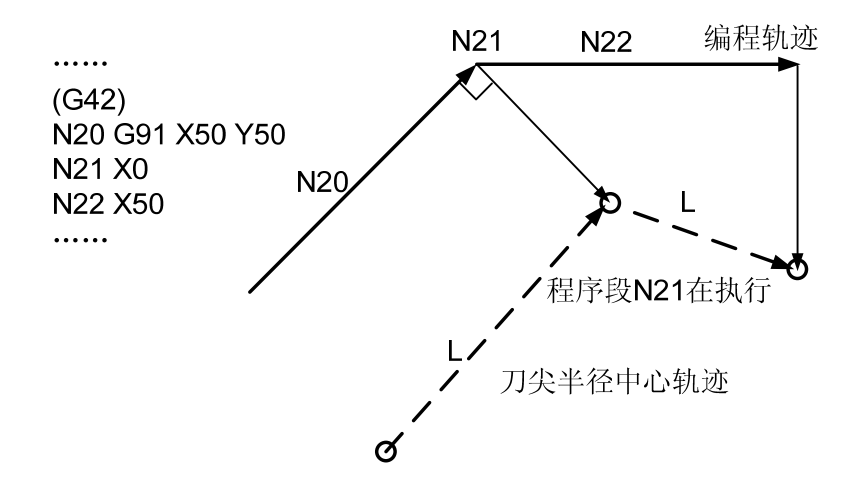
(6) G91 X0；移动距离是零

上述指令(1)~(5)都是不移动指令，指令(6)是移动距离为零。

- 当在偏置方式中指令没有刀具移动的程序段时，偏置矢量和刀尖半径中心轨迹与程序段不指令时相同。



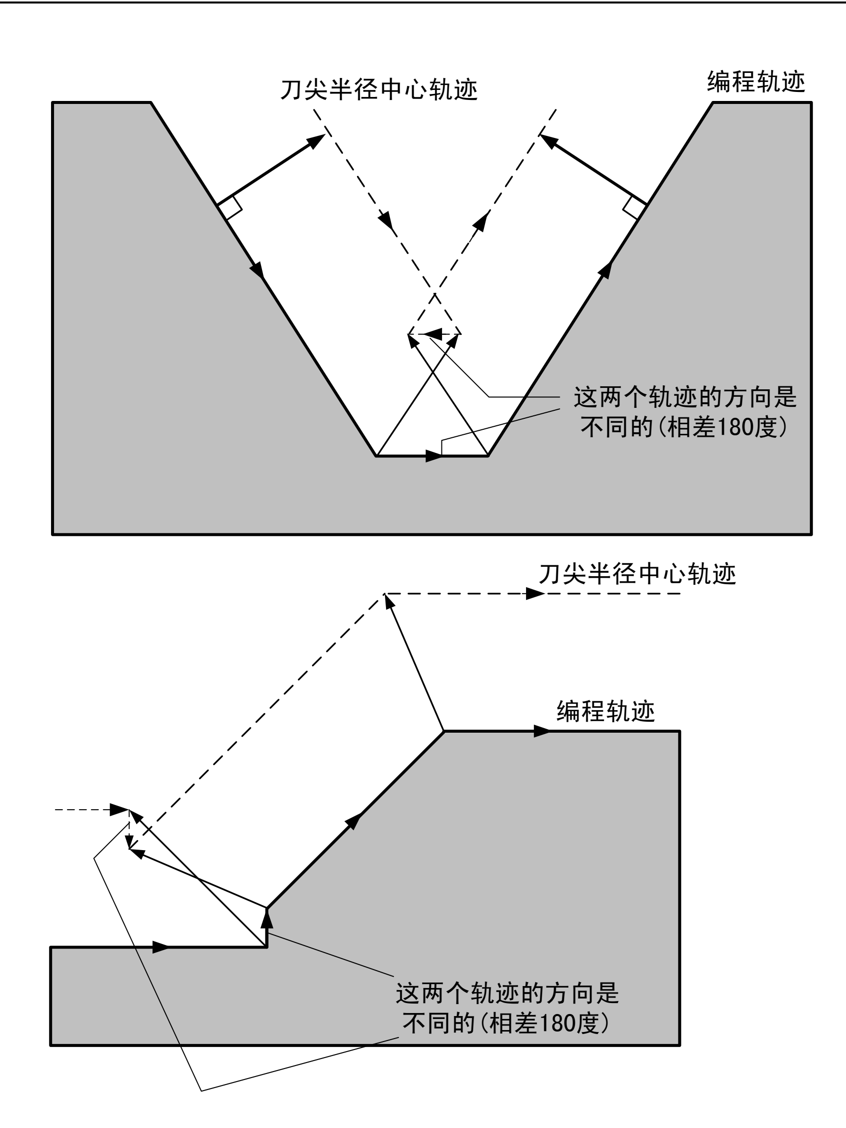
- 当移动距离是零时，在无刀具移动的前一段末端产生垂直矢量。



2.6.1.3.6 干涉和过切检查

干涉检查功能预先对刀具过切进行检查，但是用这个功能不能对所有的干涉都进行检查，同样有时即使不出现过切也会产生干涉报错。

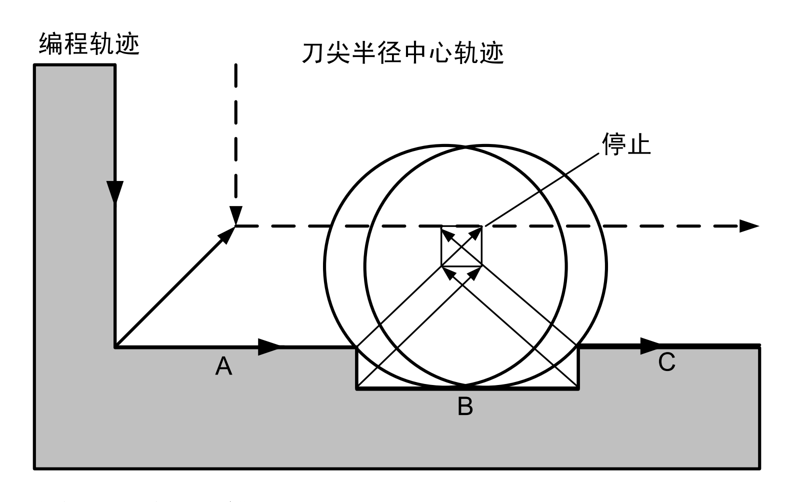
检查干涉的准则：刀具轨迹的方向与编程轨迹方向相反。



以下几种情况属于实际不会出现干涉，但系统会报警。

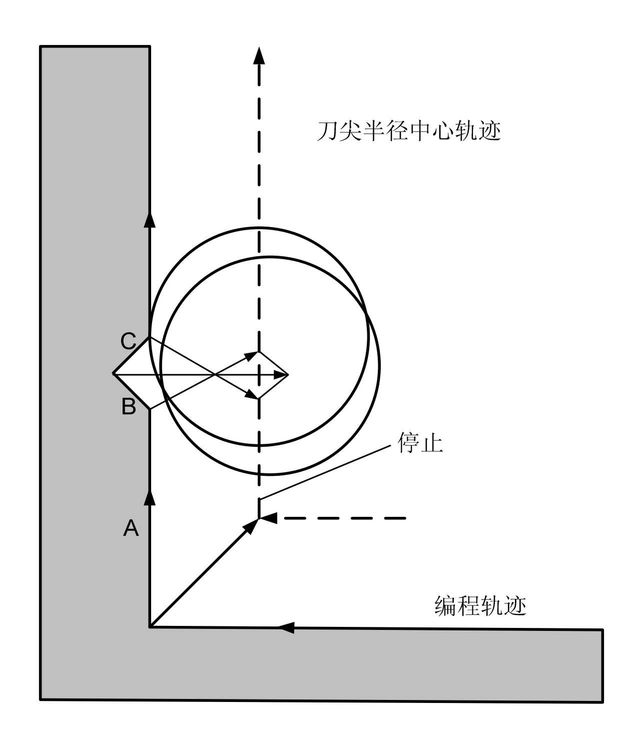
1) 小于刀具半径补偿值的凹槽编程轨迹

实际没有干涉，但是在程序段B中由于编程的方向与刀具半径补偿后的轨迹方向相反刀具停止并显示报错信息：“译码错误21：刀具中心轨迹产生干涉。”。



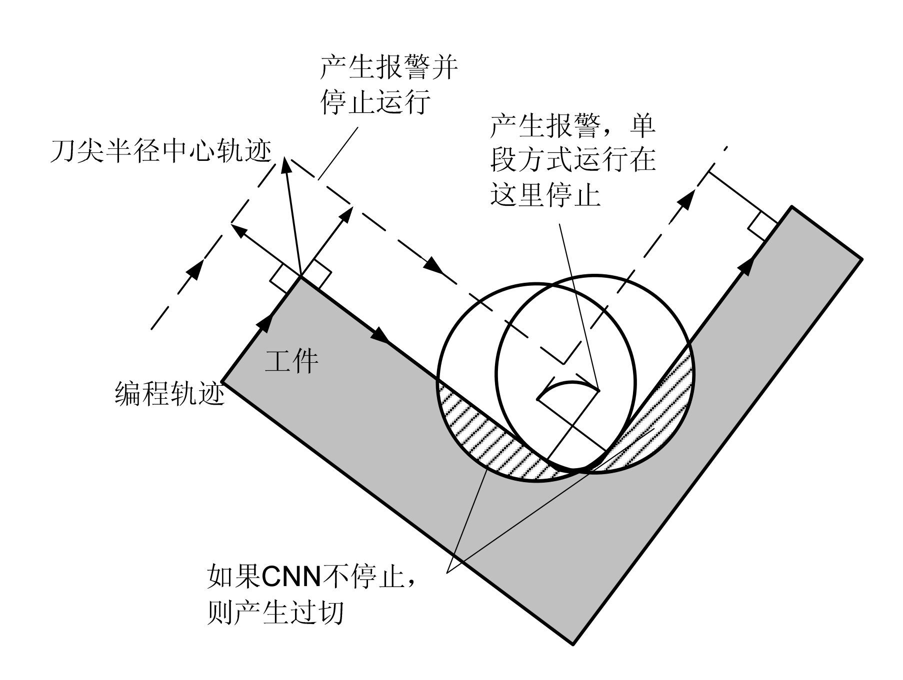
2) 小于刀具半径补偿值的沟槽

和 1) 一样在 B 程序段反向时，系统产生干涉报警。

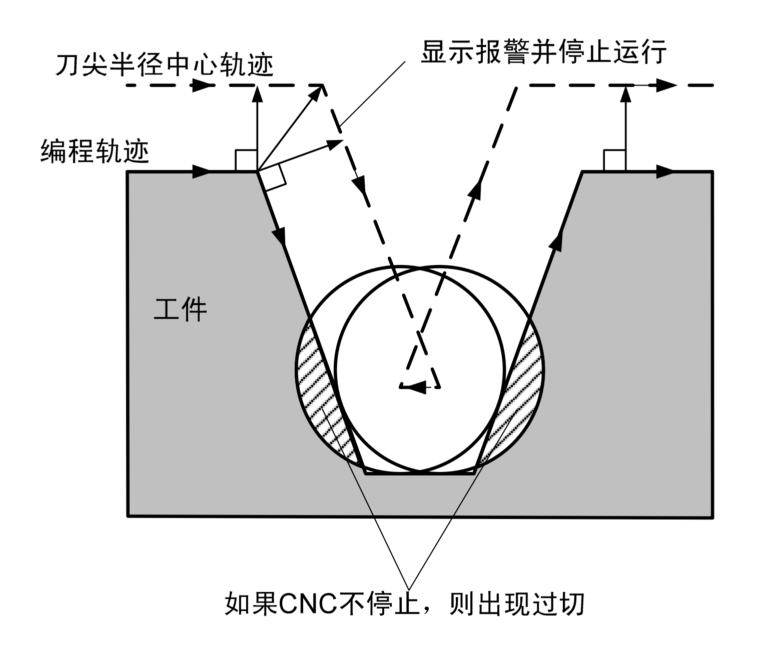


3) 加工半径小于刀具半径的内拐角

当拐角半径小于刀具半径时，因为刀具的内偏置将引起过切，显示报错信息："译码错误 5：圆弧段补偿计算过切"。



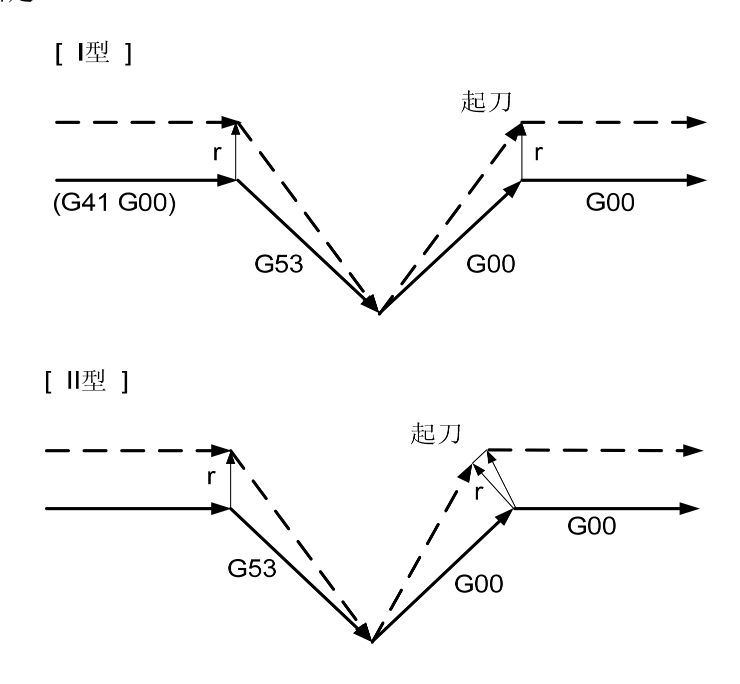
4) 加工小于刀具半径的沟槽：由于刀具半径补偿迫使刀心轨迹以编程方向相反的方向移动，将引起过切，此时，系统报警："译码错误 21：刀具中心轨迹产生干涉"。



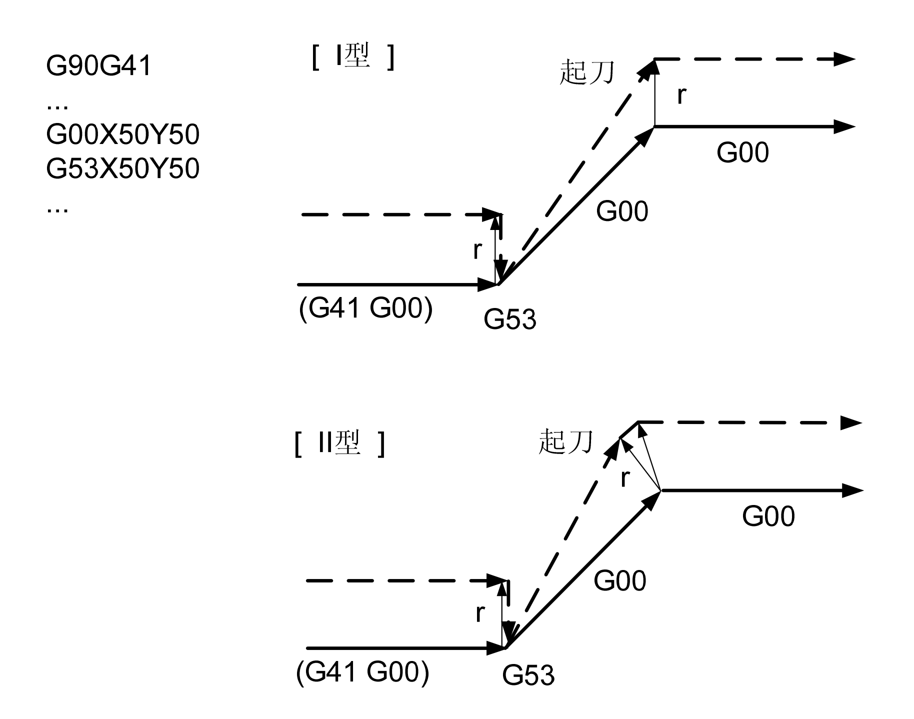
2.6.1.3.7 刀具半径补偿方式中的 G53 指令

当在刀具半径补偿方式中指令G53时，在前用一程序段生成一个矢量，该矢量垂直于移动方向并且等于偏置值，当在机床坐标系中向指定位置移动时取消偏置矢量，在下个程序段中偏置方式自动地恢复。

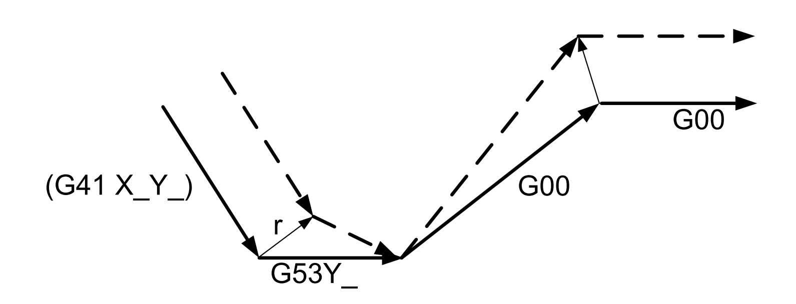
1) 在偏置方式指定 G53



2) 在无移动指令的偏置方式指定 G53

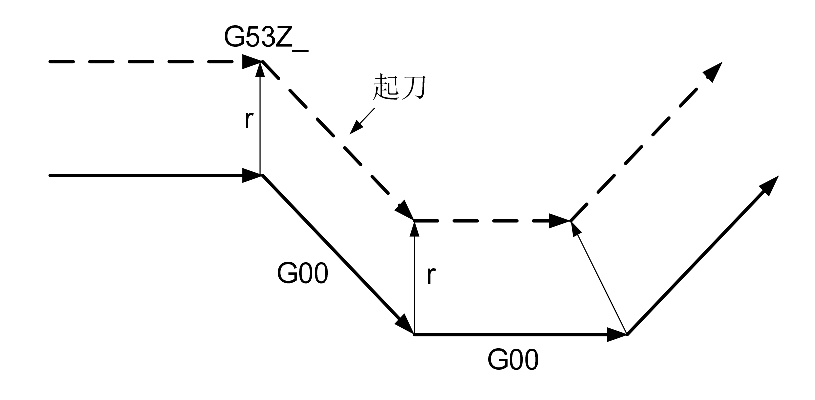


注 1： 当在刀具补偿方式中对补偿轴指定 G53 时，沿着其它轴的矢量也取消。



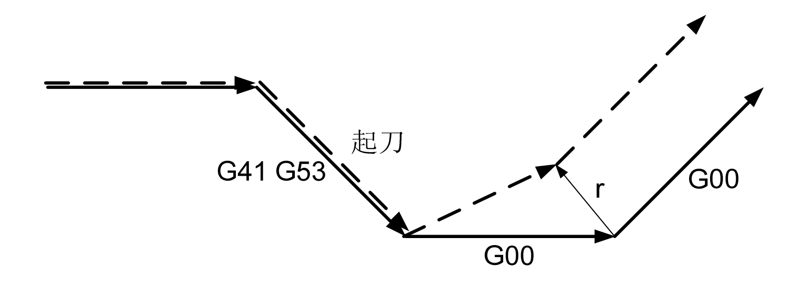
注 2： 当 G53 指令了一个不在刀具半径补偿平面内的轴时，在前面程序的终点上生成垂直矢量，并且刀具不移动。在下个程序段中，偏置方式自动恢复。

例：当刀补方式使用 I 型时



注 3 ： 当 G53 程序段被指定为起刀段时，下个程序段实际成为起刀程序段。

例：当刀补方式使用 I 型时



2.6.1.3.8 在刀具半径补偿方式中的 G28 指令

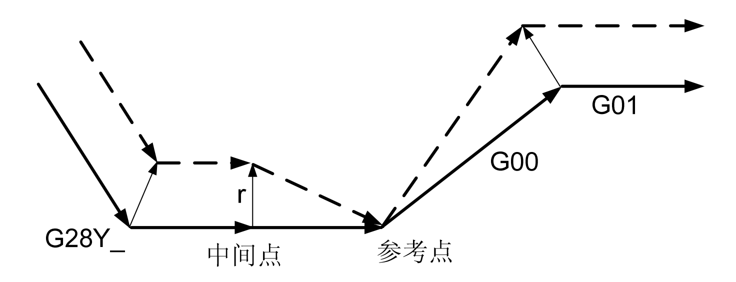
当在刀具半径补偿方式中指令G28时，自动取消刀具半径补偿矢量，执行自动返回参考点。在下个移动指令期间，刀具半径补偿矢量自动地被恢复。针对当前点、中间点及参考点的位置关系具体运动轨迹如下：

中间点、参考点相对位置关系	G28指令之后立即指令G29	G29不是在G28指令后立即指令
当前点≠中间点 中间点≠参考点	[I 型] G28当前点 中间点 返回点 r r G01 G29 参考点 [II 型] G28当前点 中间点 返回点 r r G01 G29 参考点	[I型] (G42G01) G28当前点 r 中间点 G00 G01 r 参考点 [II型] (G42G01) G28当前点 r 中间点 G00 G01 r 参考点
当前点=中间点 中间点≠参考点	[I 型] G28 当前点=中间点=返回点 G01 (G42G01) r G29 G01 参考点 [II 型] G28 当前点=中间点=返回点 G01 (G42G01) r G29 G01 参考点	[I型] r 起刀 r G01 G28当前点=中间点 G00 参考点 [II型] (G41 G00) r 起刀 r G01 G28 当前点=中间点 G00 参考点

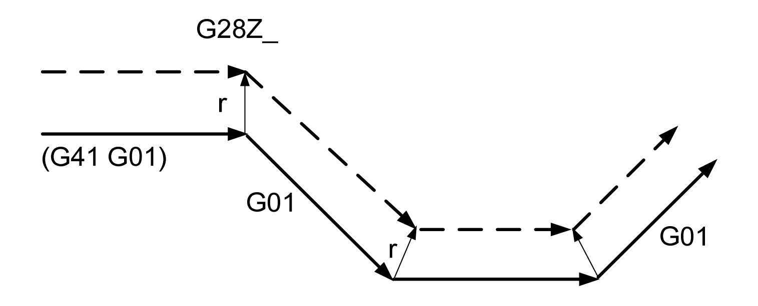
当前点≠中间点 中间点=参考点	[Ⅰ型] (G42 G01) G28当前点 返回点 S G01 r r G29 中间点=参考点 [Ⅱ型] (G42 G01) G28当前点 返回点 G01 r r G29 中间点=参考点	[Ⅰ型] 起刀 (G41 G01) r r G28当前点 G00 中间点=参考点 [Ⅱ型] 起刀 (G41 G01) r r G28当前点 G00 中间点=参考点
当前点=中间点 中间点=参考点	[Ⅰ型] G28/G29 交叉矢量 r (G41G01) G01 当前点=参考点=中间点=返回点 G01 [Ⅱ型] G28/G29 交叉矢量 r (G41G01) G01 当前点=参考点=中间点=返回点 G01	[Ⅰ型] G28 起刀 r (G41G01) 当前点=参考点=中间点 G00 G01 [Ⅱ型] G28 起刀 r (G41G01) 当前点=参考点=中间点 G00 G01

注1： 在刀具半径补偿方式中，对单个补偿轴指定G28时，沿着其它轴的矢量也被取消。

例：



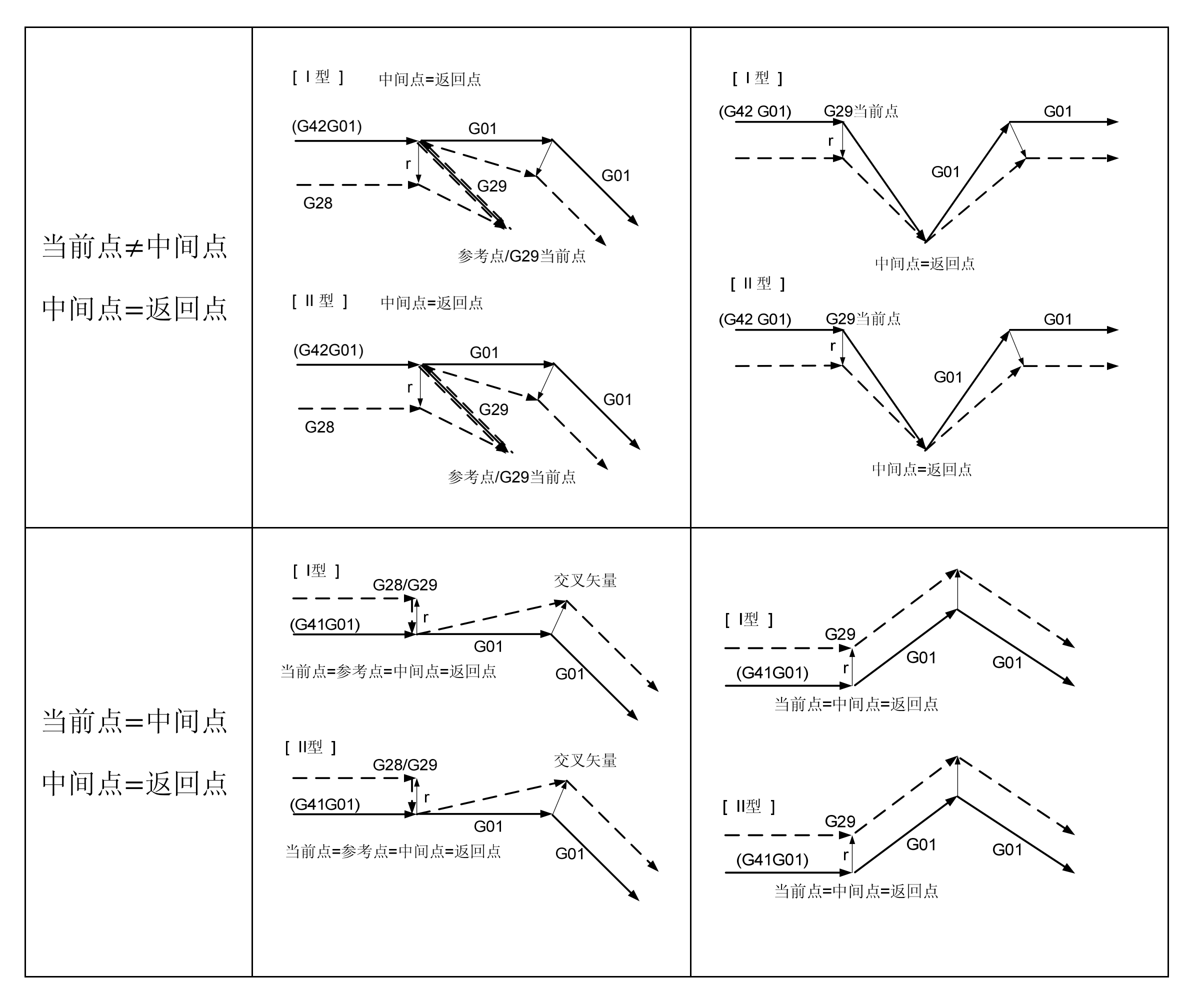
注 2： 当 G28 指令了不在刀具半径补偿平面中的轴时，在前面程序段终点上产生垂直矢量，并且刀具不移动。在下一个程序段中，偏置方式自动地恢复。



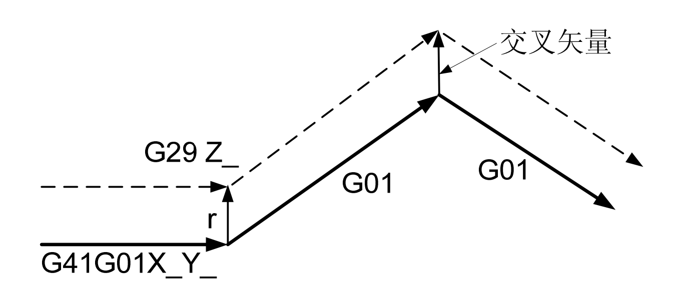
2.6.1.3.9 在刀具半径补偿方式中的 G29 指令

当在刀具半径补偿方式中指定G29 指令时，刀补方式会暂时取消，然后在返回点处恢复起刀状态。针对当前点、中间点及返回点的位置关系，刀具运动轨迹如下：

中间点返回点相对位置关系	在返回参考点后立即指令G29	G29不是在返回参考点后立即指令
当前点≠中间点 中间点≠返回点	[Ⅰ型] 返回点 中间点 G28 r r G01 G29 参考点/G29当前点 [Ⅱ型] 返回点 中间点 G28 r r G01 G29 参考点/G29当前点	[Ⅰ型] (G42G01) 返回点 G01 r G29当前点 中间点 起刀 r [Ⅱ型] (G42G01) 返回点 G01 r G29当前点 中间点 起刀 r
当前点=中间点 中间点≠返回点	[Ⅰ型] 返回点 G01 G28 r r G29 参考点/G29当前点 =中间点 [Ⅱ型] 返回点 G01 G28 r r G29 参考点/G29当前点 =中间点	[Ⅰ型] G29当前点=中间点 (G42 G01) G01 r G01 起刀 r 返回点 (G42G01) G29当前点=中间点 G01 r G01 起刀 r r 返回点



注：在刀具半径补偿中，当 G29 指令了不在刀具半径补偿平面内的轴时，在前面的程序段终点产生垂直矢量，并且刀具不移动，在下个程序段中产生交叉矢量。



2.6.2 刀具长度偏置

2.6.2.1 G43/G44 刀具偏置

当实际使用时的刀具长度不同于编程时的刀具长度时，可通过 H 代码选择刀具长度的偏置量，无需修改程序代码。G43 和 G44 用来确定偏置方向，H 代码指定偏置量。

指令格式：G43（或 G44）X_（Y_ 或 Z_） H_

G43：正向偏置

G44: 负向偏置

X_（Y_ 或 Z_）： 被选择轴的地址

H: 刀具长度偏置值的地址

当指定 G43 时，用 H 代码指定的刀具长度偏置值加到在程序中由指令指定的终点位置坐标值上；当指定 G44 时，从终点位置减去补偿值，补偿后的坐标值表示补偿后的终点位置，而不管当前处于绝对编程方式还是增量编程方式。

G43 和 G44 是模态代码，一旦被指定，一直有效，直到指定同组的 G 代码为止。

偏置号由 2 位数字表示，紧跟在 H 指令后，例如：H03 表示 3 号刀具偏置值。在本系统中，可存储 20 组刀具偏置值（H01～H20）。

偏置号 0（H00）的刀具长度偏置值固定为 0，不能对 H00 设置。

2.6.2.2 G49 撤消刀具偏置

G49 指定之后，系统立即取消刀具长度偏置。

指令格式：G49 X_（Y_ 或 Z_）

例如：

N10 G91 G01 G43 X10 H01 G43 Y5 H02 F300; 对 X、Y 坐标建立正向偏置 H01、H02

N20 G49 X10 ; 撤消 X 坐标偏置

N30 X5 G49 Y5 ; 撤消 Y 坐标偏置

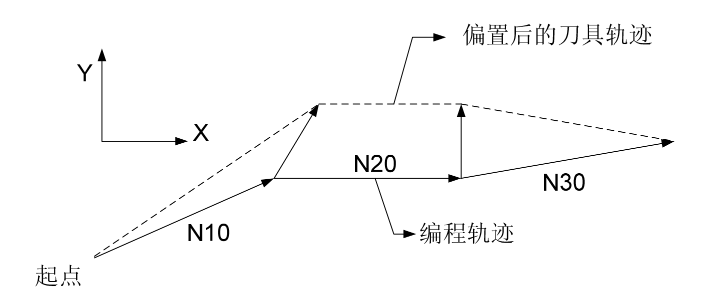


图 2-23 刀具偏置撤消

注意：

- 程序结束时各坐标必须处于刀具偏置撤消状态。
- G43、G44、G49 指令具有模态续效性，缺省值为 G49。

示例：

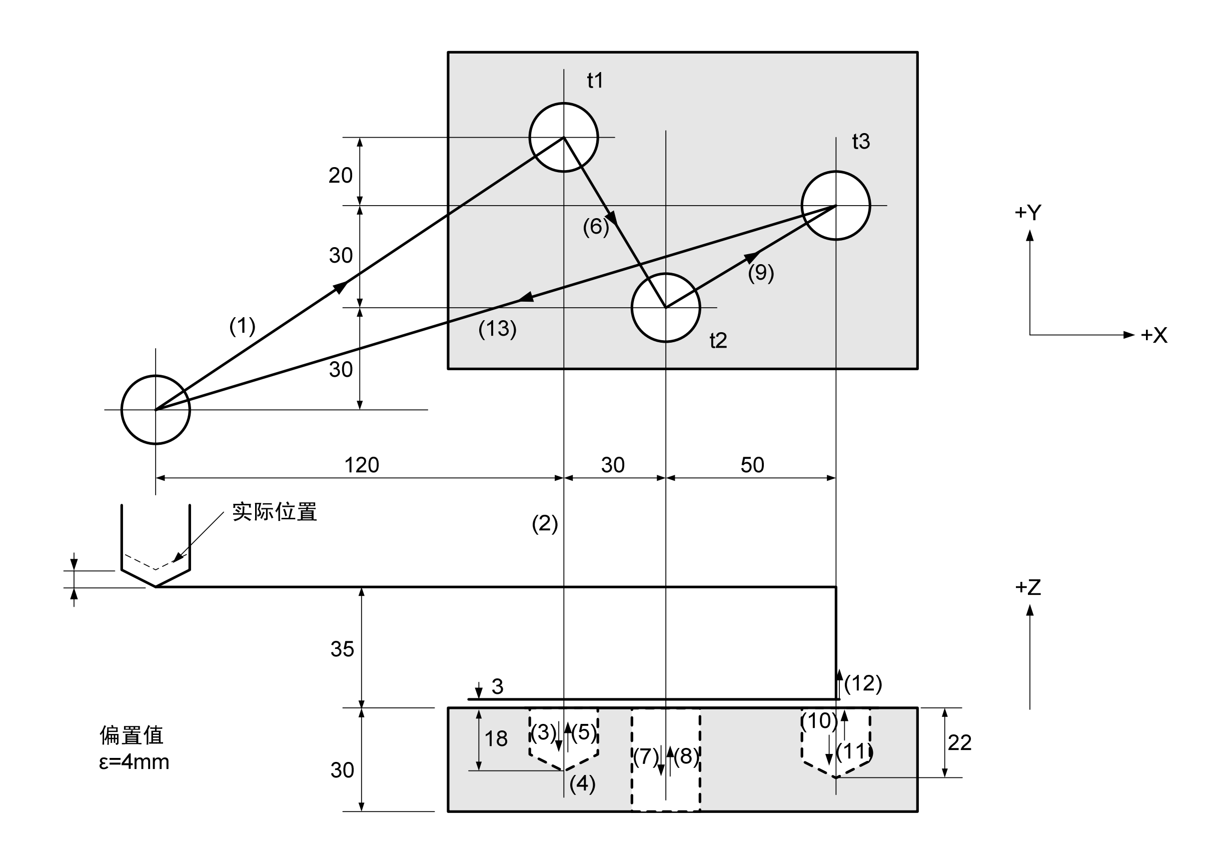


图 2-24 刀具偏置

H1=-4.0 刀具长度偏置值	
N1 G91 G00 X120.0 Y80.0	(1)
N2 G43 Z-32.0 H1	(2)
N3 G01 Z-21.0 F1000	(3)
N4 G04 P2000	(4)
N5 G00 Z21.0	(5)
N6 X30.0 Y-50.0	(6)
N7 G01 Z-41.0	(7)
N8 G00 Z41.0	(8)
N9 X50.0 Y30.0	(9)
N10 G01 Z-25.0	(10)
N11 G04 P2000	(11)
N12 G00 G49 Z57.0	(12)
N13 X-200.0 Y-60.0	(13)
N14 M02	

2.6.3 刀具偏置与刀具半径补偿功能的区别

刀具偏置功能是对各个坐标进行的加减偏置处理。刀具半径补偿功能则是在同一平面内根据编程轨迹和刀具半径量生成刀具中心轨迹。

2.6.4 比例缩放 (G50, G51)

编程的形状被放大和缩小(比例缩放)，须在单独的程序段内指定 G51，在图形放大或缩小之后，指定 G50 以取消缩放方式。

2.6.4.1 沿所有轴以相同的比例放大或缩小

指令格式：

G51 X_Y_Z_P_; 缩放开始

……

G50; 缩放取消

其中：

X_Y_Z_：比例缩放中心坐标值的绝对值指令，若 X_Y_Z_缺省，则 G51 指令的刀具当前坐标为缩放中心。

P_ ：缩放比例，若 P 值缺省，默认缩放比例为 1，即图形不缩放。

例如：

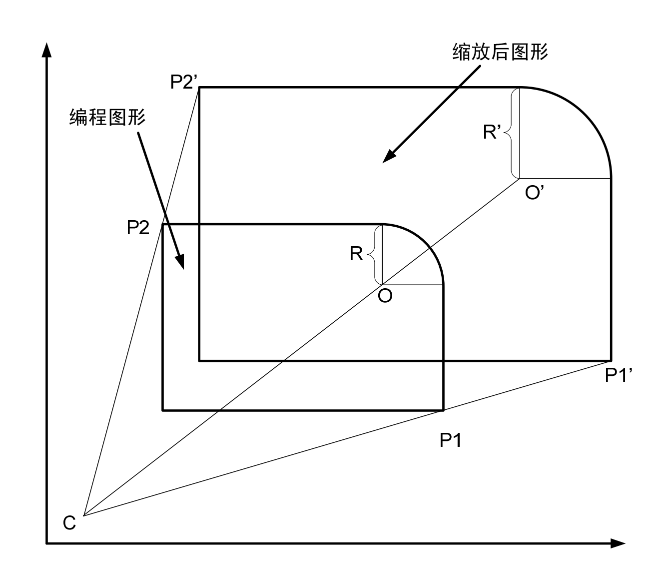


图 2-25 沿所有轴同比例缩放

在同比例缩放中：缩放中心 C 点,同比例缩放大小为 P，则

$$\frac{CP1'}{CP1}=\frac{CP2'}{CP2}=\frac{CO'}{CO}=\frac{R'}{R}=P$$

2.6.4.2 沿各轴以不同的比例放大或缩小

指令格式：

G51 X_Y_Z_ I_J_ K_；缩放开始

……

G50； 缩放取消

其中：

X_Y_Z_ ：比例缩放中心坐标值的绝对值指令，若X_Y_Z_缺省，则刀具当前坐标为缩放中心。

I_J_K_ ：X、Y和Z各轴对应的缩放比例，各轴默认的缩放比例为1，若缺省I_、J_或K_，则相应的轴不缩放。

1) 直线插补的各轴不同比例缩放

a/b: X轴的缩放比例
c/d: Y轴的缩放比例
O: 缩放中心

Y
编程形状
d
比例缩放后的形状
c
O
X
a
b

图 2-26 直线插补的各轴不同比例缩放

2) 圆弧插补的各轴不同比例缩放

即使对圆弧插补的各轴指定不同的缩放比例，刀具也不会按椭圆轨迹移动；

- 当圆弧插补用半径 R 编程时，其半径 R 按各轴比例的较大者缩放，其插补的图形如图 2-27 所示。

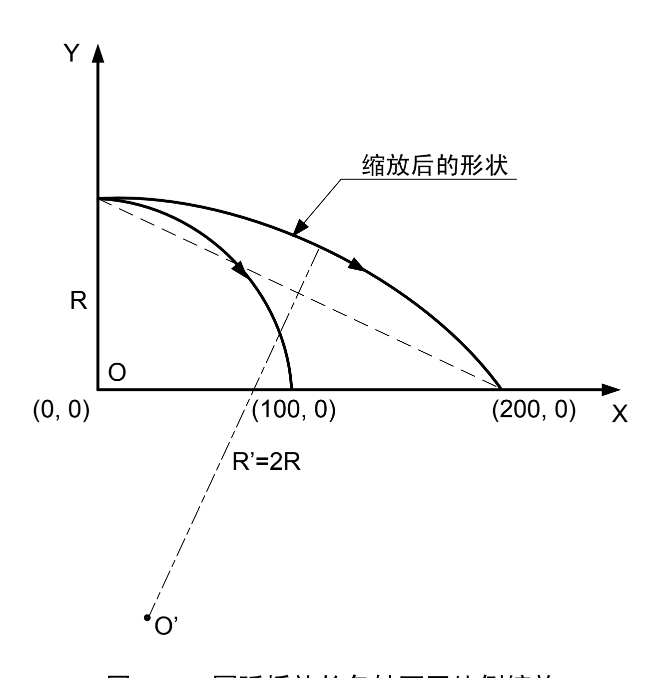


图 2-27 圆弧插补的各轴不同比例缩放

- 当各轴的缩放比例不同且圆弧插补用 I、J、K 编程时，各轴比例和圆弧中心以相应轴的比例缩放，如：

G90 G00 X0.0 Y100.0
G51 X0.0 Y0.0 I2.0 J1.0
G02 X100.0 Y0.0 I0.0 J-100.0 F500

上面的指令等效于下面的指令：

G90 G00 x0.0 Y100.0
G02 X200.0 Y0.0 I0.0 J-100.0 F500

2.6.4.3 当比例缩放值为负值时的镜像功能

当单个轴的比例缩放值 I_、J_或 K_为负值时，等效于对单轴坐标的镜像；若多个比例缩放值为负数时，则等效于依次对相应各轴坐标镜像；同理若同比例缩放值 P 为负值时，则等效于对 X 轴、Y 轴、Z 轴依次执行了镜像功能。

镜像功能举例：

子程序

O9000

G00 G90 X60.0 Y60.0;
G01 X100.0 F100;
G01 Y1000
G01 X60.0 Y60.0;
M99;

主程序

N10 G00 G90;
N20 M98 L9000 P01
N30 G51 X50.0 Y50.0 I-1.0 J1.0
N40 M98 L9000 P01
N50 G51 X50.0 Y50.0 I-1.0 J-1.0;
N60 M98 L9000 P01;
N70 G51 X50.0 Y50.0 I1.0 J-1.0;
N80 M98 L9000 P01
N90 G50;

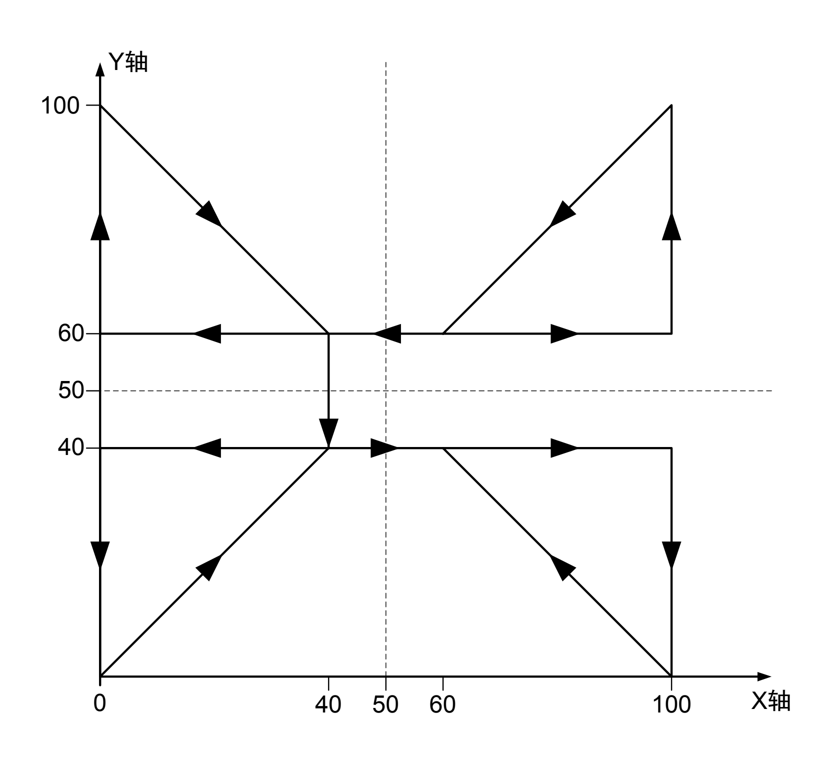


图 2-28 比例缩放值为负值时镜像程序举例

注：当在指定平面有一个轴坐标镜像时，其结果如下：

a) 圆弧指令旋转方向反向；

b) 刀具半径补偿偏置方向反向；

c) 坐标系旋转的旋转角度取反。

2.6.4.4 比例缩放功能与其它功能的限制和注意事项

1) 刀具补偿功能

比例缩放对刀具半径补偿值、刀具长度补偿值和刀具偏置值无效，如图 2-29 所示。

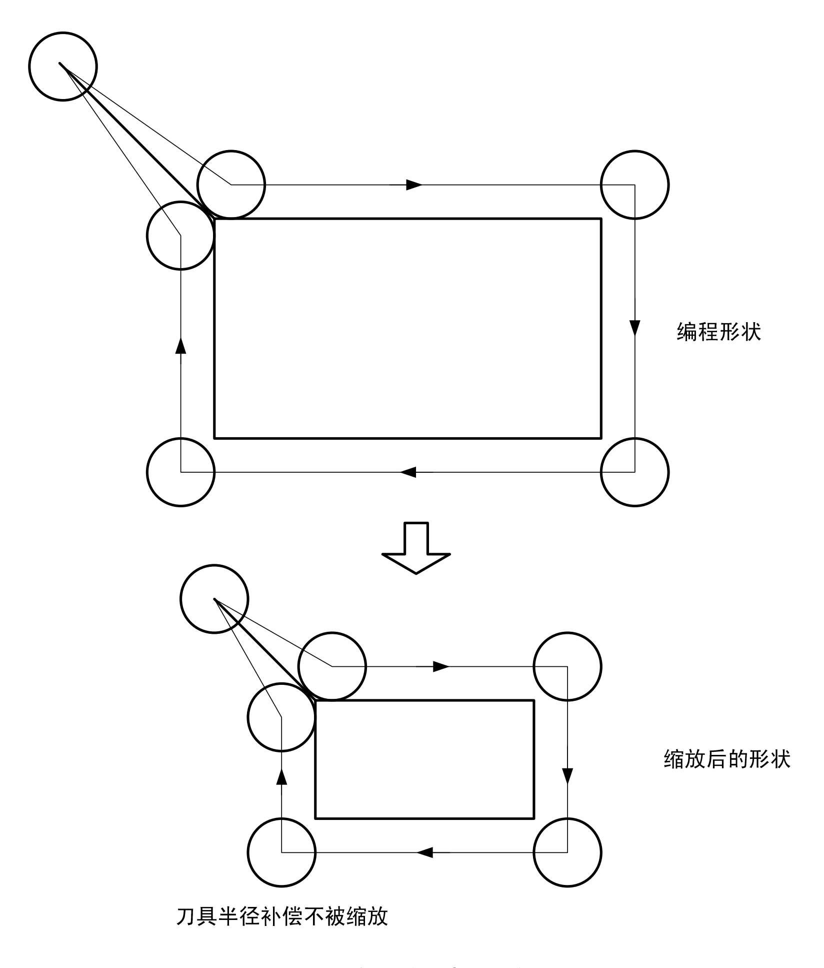


图 2-29 刀具半径补偿时的比例缩放

2) 固定循环

在比例缩放方式中不能指定 G83、G73、G76 和 G87 等固定循环指令。

3) 关于回参考点和坐标系的指令

在缩放状态下不能指令返回参考点的 G 代码(G28 和 G29)和指令坐标系的 G 代码 G53~G59、G92 等，若必须指令这些 G 代码应在取消缩放功能后指定。

2.6.5 坐标系旋转 (G68, G69)

编程形状能够旋转，用该功能旋转指令可将工件旋转到某一指定的角度。另外，如果工件的形状由许多相同的图形组成，则可将图形单元编成子程序，然后用主程序的旋转指令调用，这样可简化编程，节省时间和存储空间。

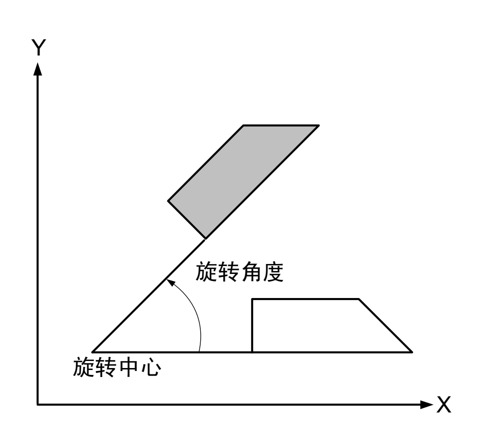


图 2-30 坐标系旋转

指令格式：

G68 α_ β_ R_

α_ β_：与指令的坐标平面G17、G18、G19相应的X_、Y_和Z_中的两个轴的绝对指令，在G68后面指定旋转中心，若缺省，则G68指令的刀具位置为旋转中心；

R ：角度位移。正值表示逆时针旋转。若 R 缺省，则编程图形不旋转。

2.6.5.1 旋转角度方式参数

当旋转角度方式参数设置为 0 时，旋转角度 R 始终为绝对值；但是若旋转角度方式参数设置为 1 时，则根据指定的 G 代码 G90 或 G91 确定绝对值还是增量值。

1) 旋转角度的绝对值和增量值

绝对角度： G68 指定的角度就是编程图形旋转的角度

增量角度： G68 指定的角度是当前编程图形旋转角度的增量值。

例如：

```
G17 G69
G68 X10 Y10 R90
…
G90 (G91) G68 X0 Y0 R30
G90 X50 Y20
G91 X30
Y12
X-30
Y-12
G69
```

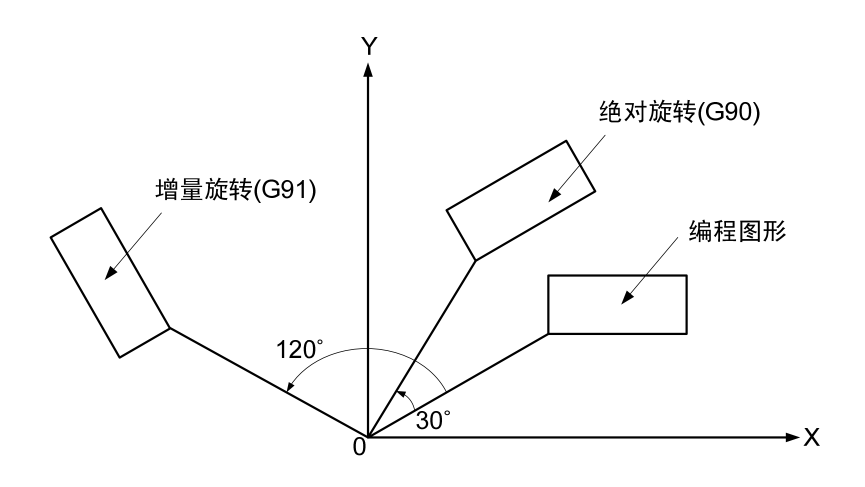


图 2-31 旋转角度的绝对指令和增量指令

当前旋转角度为 G90 绝对方式时，G68 指令指定的角度 30^0 是编程图形旋转的角度，如图 2-31 中的绝对旋转(G90)。

当前旋转角度为 G91 增量方式时，G68 指令指定的角度 30^0 是当前编程图形旋转的角度的增量值，也就是当前旋转方式中的旋转角度 90^0 加上 G68 指令指定的角度增量值 30^0，则旋转角度为 120^0，如图 2-31 中的增量旋转(G91)。

2) 增量角度的应用

当把一个程序存入子程序中，每次调用时仅仅改变旋转的角度，并且每次改变的角度值相同，可以通过增量角度的方式简化编程，具体应用如下图 2-32 所示：

```
G92 X0 Y0 G69 G17;
G01 F200 D01;
M98 L2100 P01;
M98 L2200 P07;
G69 G00 G90 X0 Y0 M30;

O2200;

G68 X0 Y0 G91 R45.0;
G90 M98 L2100 P01
M99;

O2100;

G90 G01 G42 X0 Y-10.0;
X4.142;
X7.071 Y-7.071;
G40;
M99;
```

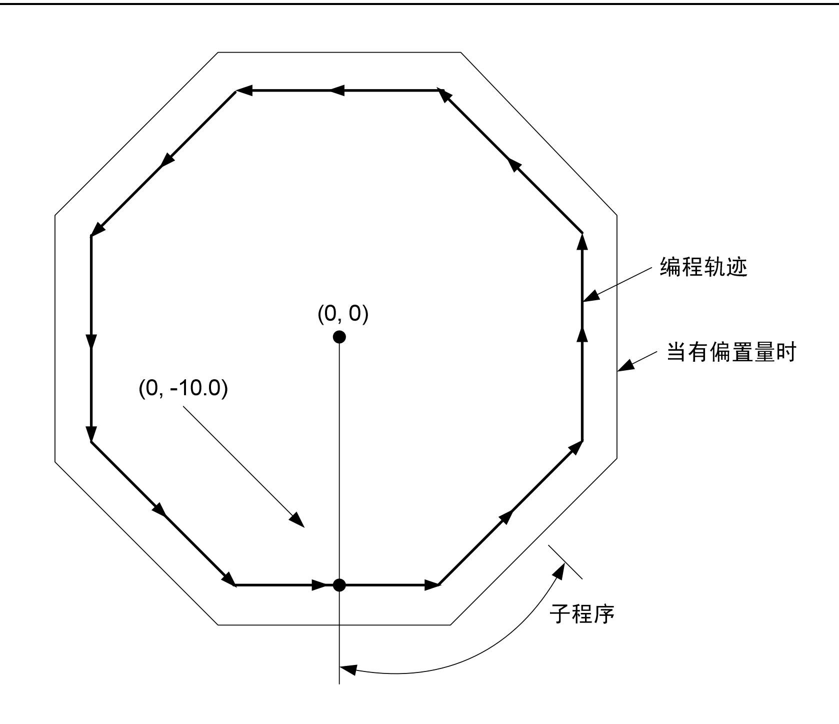


图 2-32 增量角度应用举例

2.6.5.2 坐标系旋转方式中的增量值的指令

当 G68 被编程时，G68 之后，绝对指令之前，增量值指令的旋转中心是刀具位置。

例：

N1 G92 X-50.0 Y-50.0 G69 G17;

N2 G68 X70.0 Y30.0 R60.0;

N3 G90 G01 X0 Y0 F200;

(G91 X50.0 Y50.0)

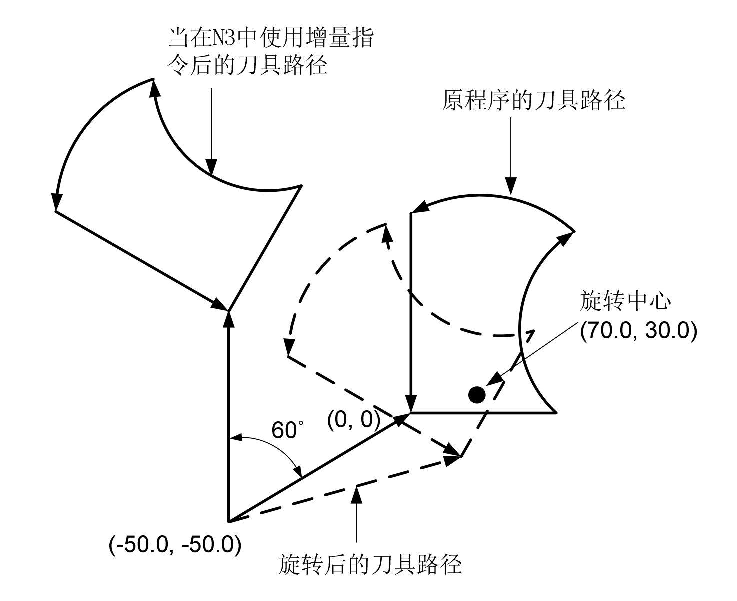
N4 G91 X100.0;

N5 G02 Y100.0 R100.0;

N6 G03 X-100.0 I-50.0 J-50.0;

N7 G01 Y-100.0;

N8 G69 G90 X-50.0 Y-50.0 M02;



注：坐标系旋转取消指令G69以后的第一个移动指令必须用绝对值指定，如果用增量值指令将不执行正确的移动。

2.6.5.3 旋转功能与其它指令的相互限制及注意事项

1. 平面选择代码

平面选择 G 代码 G17、G18 或 G19 须在坐标系旋转 G68 的程序段之前指定；若需要改变平面选择代码 G17、G18 或 G19，也需在坐标旋转方式取消后再指定。

2. 刀具补偿

在坐标系旋转之后执行刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具偏置和其它补偿操作。

例：刀具半径补偿和坐标系旋转

在刀具半径补偿方式中可以设定 G68 和 G69,旋转平面必须与刀具半径补偿的平面一致。

```
N1 G92 X0 Y0
N2 G69 G01 F1000;
N3 G42 G90 X1000 Y1000 D01;
N4 G68 R-30.0;
N5 G91 X2000;
N6 G03 Y1000 R1000;
N7 G01 X-2000;
N8 Y-1000;
N9 G69 G40 G90 X0 Y0 M30;
```

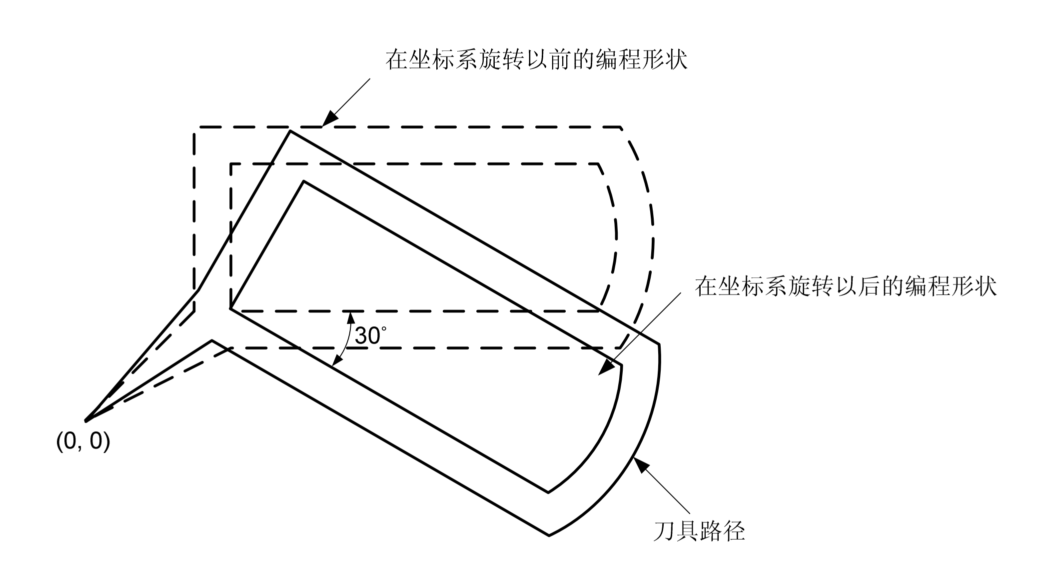


图 2-33 刀具半径补偿和坐标系旋转

3. 与返回参考点和坐标系有关的指令

在坐标系旋转方式中与返回参考点有关G代码G28、G29 等和那些与坐标系有关的G代码G53到G59、G92等不能指定，如果需要这些G代码，必须在取消坐标系旋转方式以后才能指定。

4. 比例缩放和坐标系旋转

如果在比例缩放方式(G51 方式)中执行坐标系旋转指令，旋转中心(α, β)的坐标值也被缩放，但是不缩放旋转角(R)。当发出移动指令时，比例缩放首先执行，然后再执行坐标旋转。

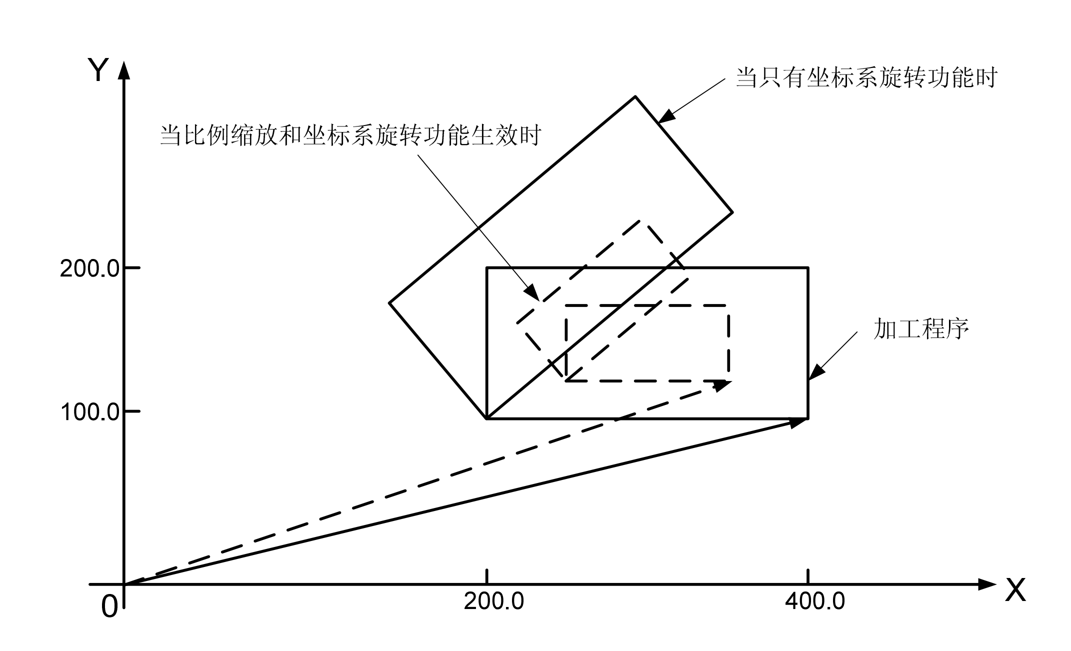
在缩放方式下(G51)，刀具半径补偿方式(G41, G42)中不能发出坐标系旋转指令 G68。坐标系旋转指令应该总是先于设定刀具半径补偿方式。

- 当系统不在刀具半径补偿方式时，按下面的顺序指定指令

  G51 比例缩放方式开始
  G68 坐标系旋转方式开始
  :
  :
  G69 坐标系旋转方式取消
  G50 比例缩放方式取消

- 当系统在刀具半径补偿方式时，按下面的顺序指定指令

  刀具补偿取消
  G51 比例缩放方式开始
  G68 坐标系旋转方式开始
  :
  G41 刀具半径补偿方式开始
  G92 X0 Y0;
  G51 X300.0 Y150.0 P0.5;
  G68 X200.0 Y100.0 R45;
  G01 X400.0 Y100.0 F200;
  G91 Y100.0;
  X-200.0
  Y-100.0;
  X200.0;
  G69;
  G50;



2.6.6 可编程镜像 (G50.1, G51.1)

用编程的镜像指令可实现坐标轴的对称加工。

指令格式：

G51.1 X_ Y_ Z_；设置可编程镜像

……

G50.1 X_ Y_ Z_； 取消可编程镜像

X_ Y_ Z_ ：可编程镜像功能对应的 X、Y、Z 对称轴，若缺省则该轴不镜像（或不取消镜像）。

例：

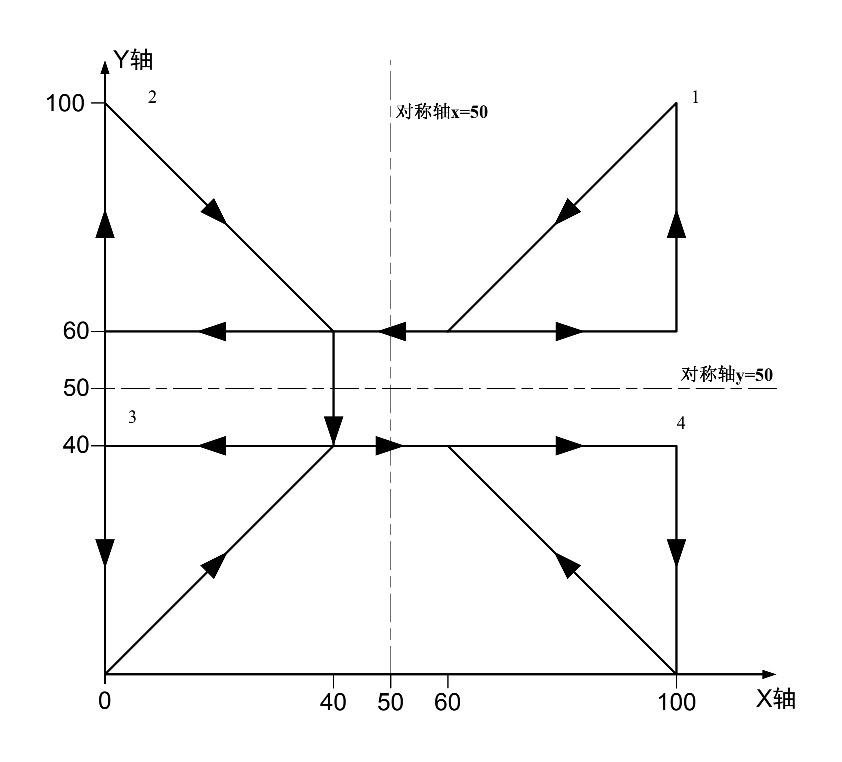
子程序

```
O9000

G00 G90 X60.0 Y60.0;
G01 X100.0 F100;
G01 Y1000
G01 X60.0 Y60.0;
M99;
```

主程序

```
N10 G00 G90;
N20 M98 L9000 P01;
N30 G51.1 X50.0;     设置 x=50 对称轴镜像
N40 M98 L9000 P01;
N50 G51.1 Y50.0;     设置 y=50 对称轴镜像
N60 M98 L9000 P01;
N70 G50.1 X50.0;     取消 x=50 对称轴镜像
N80 M98 L9000 P01;
N90 G50.1 Y50.0;     取消 y=50 对称轴镜像
```



2.6.6.1 单轴坐标的可编程镜像

单轴的可编程镜像是仅对单个轴坐标做镜像，其它坐标不改变。如：

```
G51.1 X50
G01 X70 Y30 Z30
……
G50.1 X50
```

表示镜像方式下的点的 X 方向坐标值关于 X=50 对称，Y、Z 方向坐标值不变。

上述程序等效于下列程序：

```
G01 X30 Y30 Z30
……
```

几何意义：表示镜像方式下图形和原编程图形关于平行于 YOZ 平面且 X=50 的对称面对称。

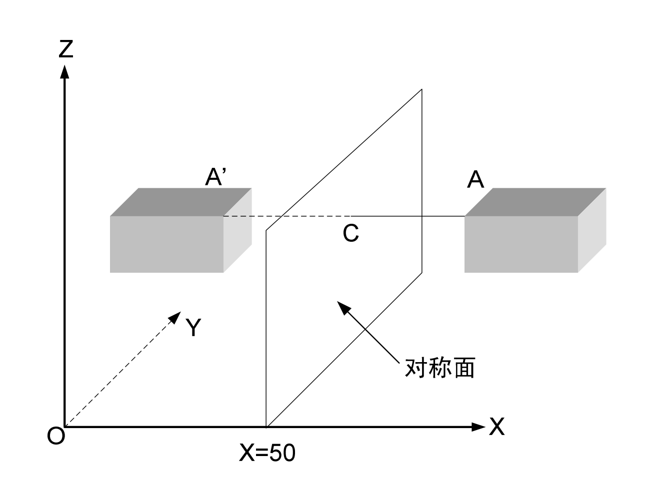


图 2-34 单轴坐标的镜像图示

2.6.6.2 两轴坐标的可编程镜像

两根轴的可编程镜像是依次对两根轴坐标做镜像处理，其它轴坐标不变。

例如：

```
G51.1 X50 Z50
G01 X70 Y30 Z30
……
G50.1 X50 Z50
```

表示镜像方式下的点的 X 方向坐标值关于 X=50 对称，Z 方向坐标值关于 Z=50 对称，其 Y 方向坐标值不变。

上述程序等效于下列程序

```
G01 X30 Y30 Z70
……
```

几何意义：表示镜像方式下图形和原编程图形关于平行于 YOZ 平面且 X=50 的对称面对称后，再关于平行于 XOY 面且 Z=50 的对称面对称，也就是关于平行于 Y 轴，且于 XOZ 平面相交于点(50，50）的对称轴对称。

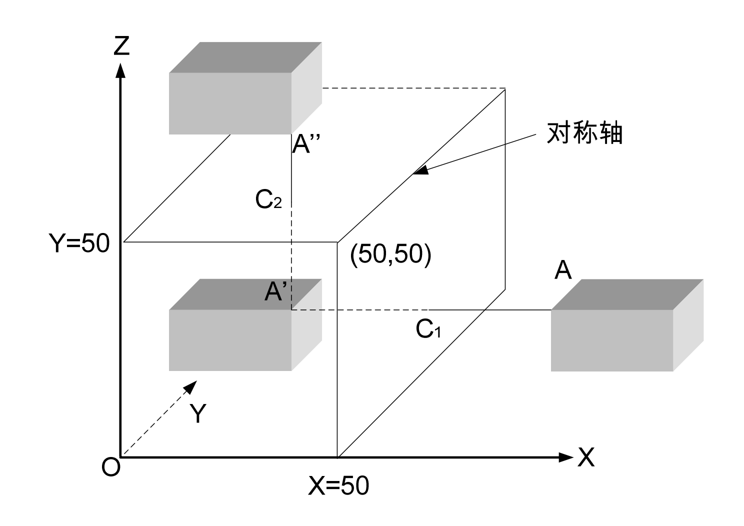


图 2-35 两轴坐标的镜像图示

2.6.6.3 三轴坐标的可编程镜像

三根轴的可编程镜像是依次对三根轴坐标做镜像处理。

例如：

```
G51.1 X50 Y50 Z50
G01 X70 Y30 Z30
……
G50.1 X50 Y50 Z50
```

表示镜像方式下的点 X 方向坐标值关于 X=50 对称，Y 方向坐标值关于 Y=50 对称，其 Z 方向坐标值关于 Z=50 对称；

上述程序等效于下列程序：

```
G01 X30 Y70 Z70
……
```

几何意义：表示镜像方式下图形和原编程图形关于平行于 YOZ 平面且 X=50 的对称面对称后，再关于平行于 XOY 平面且 Z=50 的对称面对称，最后关于平行于 XOZ 平面且 Y=50 的对称面对称，也就是关于点（50,50,50）对称。

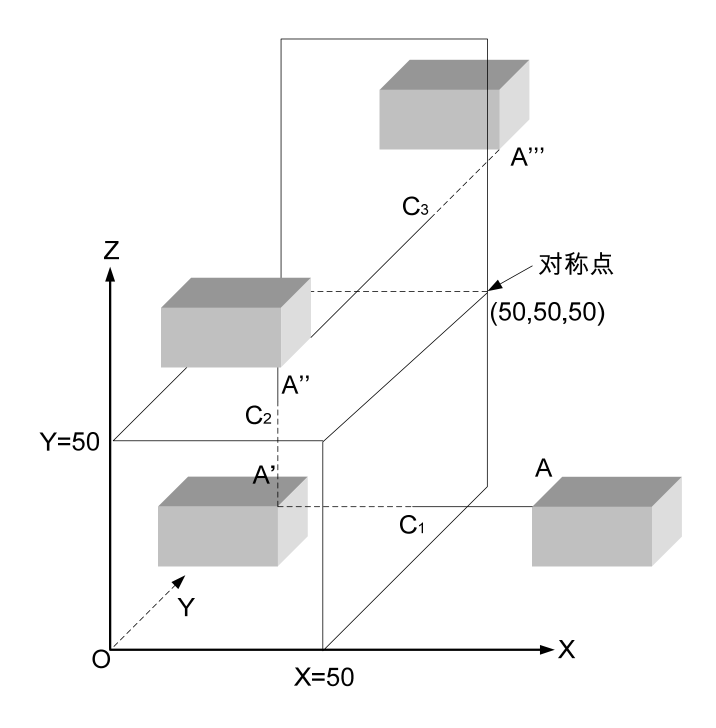
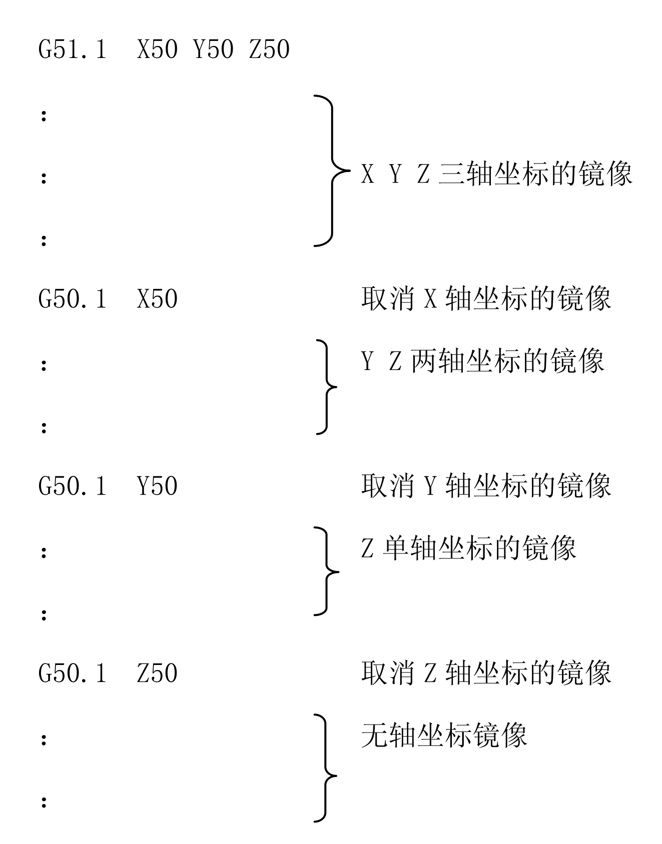


图 2-36 三轴坐标的镜像功能图示

2.6.6.4 可编程镜像功能的取消

取消可编程镜像指令（G50.1）后需指定取消的轴坐标，未指定轴坐标的相应轴镜像功能不被取消，系统执行复位操作后，所有轴坐标的镜像功能取消。

例如：



```
G51.1  X50 Y50 Z50
：
：                    X Y Z 三轴坐标的镜像
：
G50.1  X50           取消 X 轴坐标的镜像
：                    Y Z 两轴坐标的镜像
：
G50.1  Y50           取消 Y 轴坐标的镜像
：                    Z 单轴坐标的镜像
：
G50.1  Z50           取消 Z 轴坐标的镜像
：                    无轴坐标镜像
：
```

2.6.6.5 可编程镜像与其它指令间的相互联系及限制

1) 指定平面对某个轴镜像

指定平面对某个轴镜像（若当前指定平面为G17平面，G17平面上的轴为X轴、Y轴，那么当可编程镜像功能对X轴或Y轴单个轴镜像时）,使下列指令发生变化：

圆弧指令：G02和G03被互换

刀具半径补偿：G41和G42被互换

坐标旋转：旋转方向（顺时针和逆时针）被互换

例：

```
G17
G51.1 X0
G91 G02 X10 Y10 R20
G50.1 X0
```

上述指令等效于：G91 G03 X-10 Y10 R20

指定平面对两个轴镜像，则圆弧指令、刀具半径补偿和坐标旋转指令不会发生变化。

例：

```
G17
G51.1 X0 Y0（或G51.1 X0 Y0 Z0）
G91 G02 X10 Y10 R20
G50.1 X0 Y0
```

上述指令等效于：G91 G02 X-10 Y-10 R20

2) 比例缩放和坐标旋转

CNC的数据处理顺序是从程序镜像到比例缩放和坐标系旋转，应按该顺序指定指令。取消时按相反顺序。在比例缩放或坐标系旋转方式不能指定G50.1或G51.1。

3) 与返回参考点和坐标系有关的指令

在可编程镜像方式中，与返回参考点G28、 G29等及改变坐标系G53- G59、G92等有关的G代码不准指定，如果需要这些G代码的任意一个，必须在取消可编程镜像方式之后再指定。

2.7 坐标系

2.7.1 G53 选择机床坐标系(非模态)

机床上的一个用作加工基准的特定点称为机床坐标系原点，也称为机床零点。机床制造厂对每台机床设置机床零点。

以机床零点作为原点设置的坐标系称为机床坐标系。

在机床通电之后，执行手动返回参考点，各轴均返回参考点后，机床坐标系建立，机床坐标

系一旦设定就始终保持不变，直到电源被断开为止。

指令格式：（G90）G53　X_ Y_ Z_ A_

X_,Y_,Z_,A_：绝对方式编程，各轴终点坐标值。

G53 是非模态 G 代码。即 G53 指令仅在被指定的程序段有效。

G53 指令必须用绝对值指定，增量值为非法。

在指定 G53 指令之前，必须设置机床坐标系。

例如：

N10 G00 G90 G53 X10 Y5

控制刀具快速进给到机床坐标系中 X=10，Y=5 的位置，如图 2-37 所示。

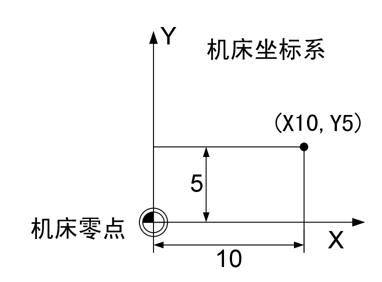


图 2-37 机床坐标系

2.7.2 工件坐标系

工件加工时使用的坐标系称作工件坐标系。工件坐标系由 CNC 预先设置(设置工件坐标系)。

加工程序可选择工件坐标系。已设定的工件坐标系可以通过移动它的原点来改变（改变工件坐标系）。

2.7.2.1 G54～G59 选择工件坐标系

根据不同的工件可用这些指令来选择不同的坐标系。运用 G54～G59 最多可以选用 6 个坐标系。

G54　　选择#1 工件坐标系

G55　　选择#2 工件坐标系

G56　　选择#3 工件坐标系

G57　　选择#4 工件坐标系

G58　　选择#5 工件坐标系

G59　　选择#6 工件坐标系

用这样的方法设置坐标系，可以将零点设定在工件的一个固定的位置上，从而使得这个工件的编程变的很简单。用相同的 G 指令程序段，只改变参考点就能够加工 6 个不同的工件。

例如：

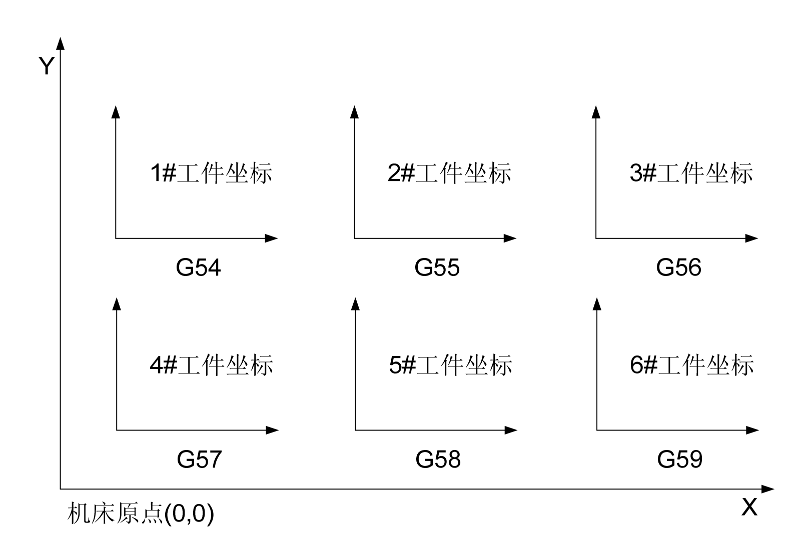


图 2-38 选择工件坐标系示例

注意：

- 工件坐标系是在通电后执行了返回参考点操作后建立的。
- G54～G59 用于选择（而非建立）不同的坐标系。在用这些指令选择 6 个坐标系前必须先把它们建立好。
- 该组指令是模态代码，当没有指定同组的代码之前，原先指定的代码一直保持有效。在未给定该组中的代码时，G54 有效（通电时自动选择 G54 坐标系）。

2.7.2.2 G92 改变工件坐标系（非模态）

G92 使工件坐标系(用代码 G54-G59 选择)移动，从而设定新的工件坐标系，使得刀具位置与指定的坐标值一致。坐标系偏移量加到所有工件零点偏置值上，这意味着所有工件坐标系移动相同的量。

指令格式：（G90）G92　X_　Y_　Z_ A_

X_、Y_、Z_、A_：必须为绝对尺寸字。

G92 指令必须单独一行指定。

当工件零点偏移值设定后，用 G92 设定坐标系时，该坐标系不受工件零点偏置值影响。例如当指令“G92X100Y80”时,刀具当前位置为 X=100，Y=80 的坐标系被指定。

例如:

刀具当前点为 P0(X80 Y10)，刀具运动轨迹如图 2-39 所示。

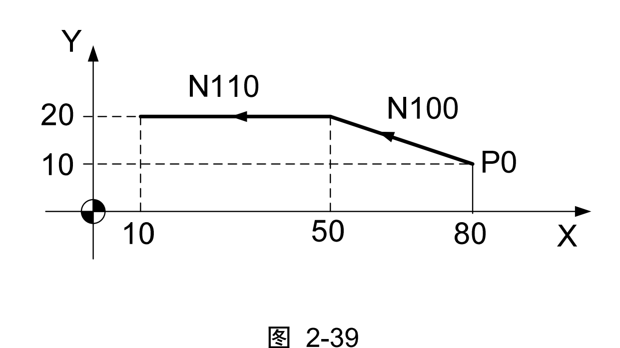


图 2-39

编程代码如下:

N100 G90 G01 X50 Y20

N110 X10

或使用 G92, 编程代码如下:

N90 G92 X0 Y20 ; P0 点原工件坐标系下坐标(80,10)变成新工件坐标系下的坐标(0,20)

N100 G90 X-30 Y30

N110 X-70

2.7.3 G17/G18/G19 平面选择

对圆弧插补，刀具半径补偿和用 G 代码的钻孔指令需要选择平面。

指令格式：

G17： 选择 XY 平面

G18： 选择 ZX 平面

G19： 选择 YZ 平面

G17，G18，G19 指令具有模态续效性，缺省值为 G17，即当电源接通或 CNC 复位后，默认选择 G17（XY 平面）。

移动指令（G00，G01）与平面选择无关。

对圆弧插补指令通常需指定选择平面指令。

如: G17 G02 X5.2 Y-7.0 R3.3 F500

2.8 G98/G99 返回点平面

G98/G99 对固定循环指令(G73, G74, G81, G82, G83, G84, G85 和 G89)的运动位置有影响。

G98：指定固定循环返回到初始点；

G99：指定固定循环返回到 R 点。

缺省方式是 G98。

一般情况下 G99 用于第一次钻孔，而 G98 用于最后钻孔。指定 G98 或 G99 时，刀具移动如图 2-40 所示。

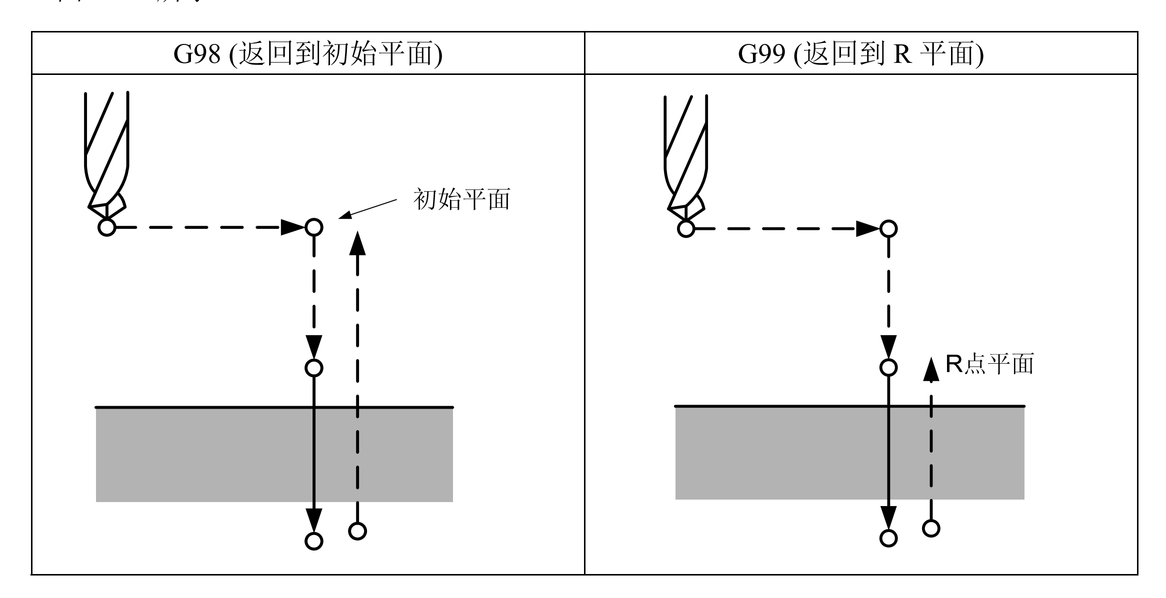


图 2-40

2.9 G12 实时 IO 响应功能指令

G12 是一个特殊的 G 指令。它不执行插补功能，而用于对输入信号进行实时响应并控制输出信号，实现一些辅助功能。

G12 的执行具备较高的实时性能，它可以辅助 PLC 实现刀库或凸轮的控制。实现高速脉冲计数，高精度的延时等待和对输入信号的高速响应等功能。

指令格式：G12 R_L_ Q_ P_

R_：指定一个输入信号的地址；范围：1-32。

L_：指定一个输出信号的地址；范围：1-32。

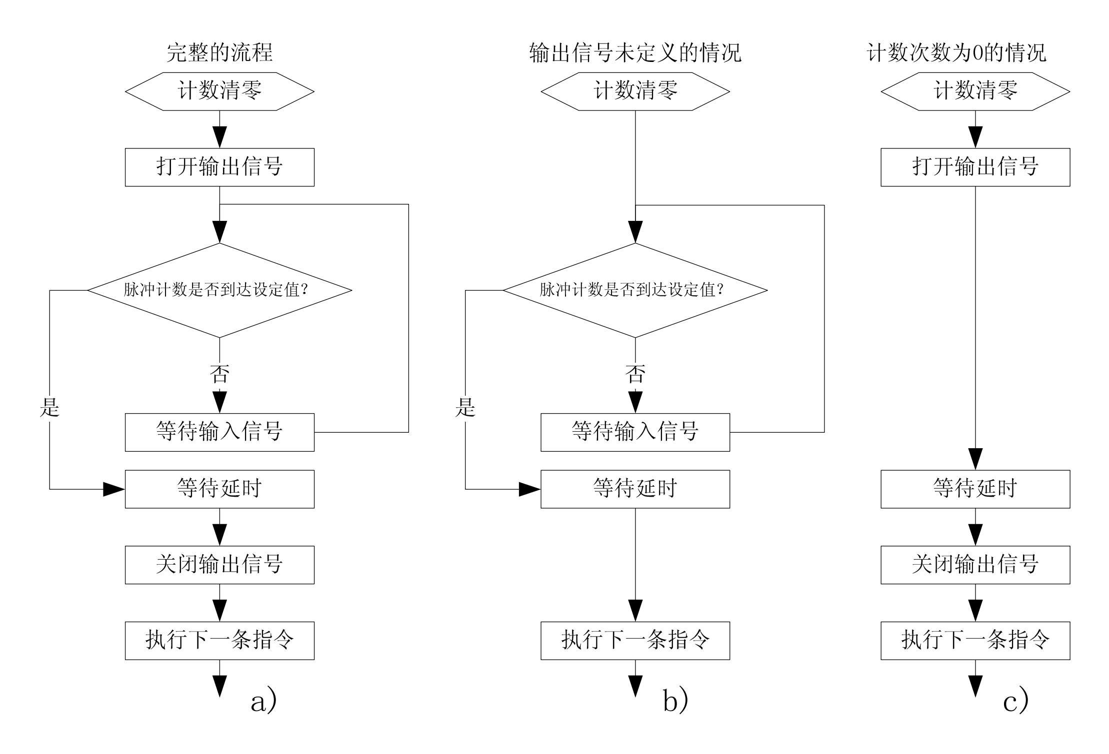
Q_：指定计数值；

P_：指定延时时间；单位：毫秒。

G12 指令执行的过程如下：即打开指定的输出信号（L 指定），然后等待输入（R 指定），当输入信号触发的次数达到计数值（Q 指定）后，延时一段时间（P 指定），再关闭输出信号。如下图 a)。

如果输出信号是无效地址，则 G12 指令在执行过程中不对输出端口进行操作。此时 G12 指令仅用于等待输入信号和对输入信号进行计数。如下图 b)。

如果计数值为 0，则 G12 指令在执行过程中不再判断输入信号的状态。此时 G12 指令仅用于输出一个信号并维持指定的时间（发出一个脉冲信号）。如下图 c)。



R 和 L 参数指定地址时，1 表示第一个（输入或输出）端口，对应数控系统控制单元 A8 接口的 I0 或 A7 接口的 O0、2 表示第二个（输入或输出）端口，对应数控系统控制单元 A8 接口的 I1 或 A7 接口的 O1…，以此类推

R 参数所指定的端口地址前如果有负号，表示下降沿触发，否则为上升沿触发；如果 R 字段缺省，Q 字段必须同时缺省，否则会产生错误："未指定 R 参数"。

L 参数所指定的端口如果是负数，则表示无效地址；如果 L 字段缺省，等同于 L -1；

Q 参数必须为一个大于或等于零的数值，否则会产生错误："数据超出范围"。Q 参数缺省等同于 Q0；

P 参数必须为非负整数，否则会产生错误："数据超出范围"。P 参数缺省等同于 P0；

2.10 G08 预读处理控制

该功能是为高速精密加工设计的。用该功能可以抑制由加/减速造成的延迟和伺服系统的延迟。伺服系统的时滞随进给速度的提高而增加，因此刀具轨迹可以精确地跟随指定值。加工的轮廓误差可以降低。

指令格式：

G08 P1：打开预读处理控制方式

G 08 P0：取消预读处理控制方式

注意：

- 系统开机后或复位后处于取消预读处理控制方式
- G08 指令必须在单独程序段中指定
- 在预读处理控制方式中，不能指定 G95 和 G28 指令

3 S 主轴速度功能

用 S 指令及紧跟其后的数字指定主轴转速，单位为 r/min（转/分钟）。

格式：S*****。

*****为指定的主轴速度值。

主轴速度受系统参数“主轴最大速度”限制。当程序中编入的主轴速度值超过该参数设定值时，系统报错。

S 指令具有模态续效性。

例如：

S2000 （设置主轴的速度为 2000 r/min）

4 M 辅助功能

辅助功能是控制机床开关功能的指令，如主轴启动、主轴停止、冷却液开/关等，辅助功能指令用地址 M 及其后面 2 位数字组成。

同一程序段中最多可出现三组 M 指令。

M 代码数值范围从 M00 至 M99，下述 M 代码具有特殊的功能：

M 代码	功 能
M00	程序停止
M01	选择性程序停止
M02	程序结束
M03	主轴正转
M04	主轴反转
M05	主轴停止
M20	程序结束，自动循环
M30	程序结束并返回程序起始
M98	调用子程序
M99	子程序返回

4.1 M00 程序停

在包含 M00 代码的程序段执行完后, 自动运行停止，但模态信息全部被保存，在按下启动键后，系统继续执行后面的程序。

M00 指令和暂停键功能的不同之处在于前者用于程序需要计划暂停的场合，而后者在程序运行的任何时侯都可以使用。

4.2 M01 程序条件停

此指令的功能和 M00 基本相同，但只有在系统的"选择停"按钮被按下时 M01 才有效，程序执行完该指令自动停止；若"选择停"按钮处于抬起状态时，则 M01 将不予以执行。

4.3 M02 程序结束

M02 代码表明程序结束, 并执行 CNC 的总复位功能, 使系统回到初始状态。该指令通常置于加工主程序的最末一段。

当程序执行完 M02 指令时，程序执行指针不会自动回到程序的首行，仍旧停留在 M02 程序段上。按下“复位”键后程序执行指针回到程序的首行。

该指令之后的代码被全部忽略。

4.4 M20 程序结束且自动循环

M20 代码表示加工程序结束后，又自动从程序起始处循环执行。该指令通常置于加工主程序的最末一段

该指令之后的代码被全部忽略。

4.5 M30 程序结束且返回到程序开始

M30 指令置于程序最后一段，表示程序结束。与 M02 指令的不同之处是 M30 指令执行完毕后，程序执行指针会自动回到程序的首行，故程序结束大多使用 M30。

该指令之后的代码被全部忽略。

4.6 M03 启动主轴顺时针旋转

M03 指令启动主轴正转，即从主轴上方向工作台方向看，主轴顺时针方向转动。如图 4-1 所示。

4.7 M04 启动主轴逆时针旋转

M04 指令启动主轴反转，即从主轴上方向工作台方向看，主轴逆时针方向转动。如图 4-1 所示。

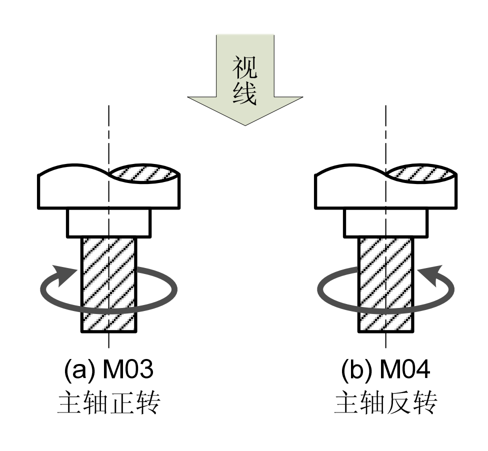


图 4-1

4.8 M05 主轴停止

M05 指令停止主轴。

程序执行完 M05 指令，主轴停止，此指令用于下列情况：

（1）程序结束前。

（2）主轴正、反转之间的转换，须加入此指令，先使主轴停止，再指定反向指令，以免伺服马达受损。

4.9 M08、M09 冷却开/关

M08冷却液开；M09冷却液关。

M08、M09有效的条件是机床配备冷却泵控制接口电路。

4.10 M98、M99 子程序调用/返回

指令 M98 调用子程序，当子程序运行完则继续执行其后的代码。

指令格式：M98 P___L___

P：子程序调用次数。如果调用 1 次，程序代码中也要写明 P1。

L：子程序号

指令 M99 是子程序返回指令，它必须在子程序文件中的最后一个程序段，程序执行到此将返回主程序继续执行主程序。

子程序文件名格式为字母‘O’加上子程序号，加上后缀字符“.SUB”。

例如：

N100 M98 L500 P3

N110 G00 X0 Z0

N200 M02

子程序 O500.SUB 内容：

%O500

N100 G01 X10 Z20 F100

N110 G04 X5

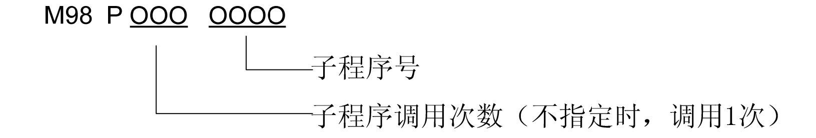
N120 M99

例子中程序在 N100 段处调用文件名为 O500.SUB 的子程序。子程序执行到 N120 段后返回，共调用 3 次，然后返回主程序 N110 段继续往下执行。

当主程序调用子程序时，它被认定为一级子程序。子程序允许嵌套，即子程序中允许再调用子程序，嵌套级数不大于 8 级。

当 L 字指定的子程序文件不存在时，CNC 提示错误信息“子程序载入错误，文件不存在或者已损坏”。

指令格式 2：兼容 Fanuc 子程序调用格式。



例如：　M98　P 2 1001；调用子程序 O1001.sub 子程序 2 次

M98　P1001　；调用子程序 O1001.sub 子程序 1 次

由于 Fanuc 系统中子程序号都以 4 位数字号保存，如：O0005.sub、O0100.sub 等，因此当 M98P 指令后数字不足 4 位时，即调用与其对应的子程序 1 次。如：M98　P 5；调用子

程序 O0005.sub 子程序 1 次。

注：系统支持 M 指令调用子程序的功能。

系统默认能够调用子程序的 M 指令有 M01，M02，M03，M04，M05，M06，M07，M08 和 M09。这些 M 指令会调用与主程序相同目录下的对应子程序：O9001.sub，O9002.sub，O9003.sub，O9004.sub，O9005.sub，O9006.sub，O9007.sub，O9008.sub，O9009.sub，若对应的子程序不存在，系统将其作为普通的 M 指令执行，即 M01 至 M09 指令首先调用对应的子程序，只有在对应的子程序不存在的情况下才当作普通的 M 指令执行。

5 固定循环

固定循环使编程人员的编程工作变得更加容易。用固定循环，频繁使用的加工操作便可以在单程序段中实现，如果没有固定循环，通常要多个程序段才能够完成相同的功能。另外固定循环能缩短程序，减少代码的输入工作，提高效率。

本系统有供钻削、镗孔加工等使用的固定循环方式：

指令	钻削（-Z 方向）	在孔底的动作	回退（+Z 方向）	用途
G73	间歇进给		快速移动	高速深孔钻循环
G74	切削进给	主轴停止→主轴正转	切削进给	左旋攻丝循环
G80				取消固定循环
G81	切削进给		快速移动	钻孔循环，点钻循环
G82	切削进给	停刀	快速移动	钻孔循环，平底锪孔
G83	间歇进给		快速移动	排屑钻孔循环
G84	切削进给	主轴停止→主轴反转	切削进给	右旋攻丝循环
G85	切削进给		切削进给	镗孔循环
G86	切削进给	主轴停止	快速移动	镗孔循环
G89	切削进给	停刀	切削进给	镗孔循环

机床配备主轴启停、转向控制接口电路时，G74、G84、G86 指令才有效。

本组指令是模态 G 代码，缺省值为 G80。Z（Y 或 X），R，P 和 F 值一经指定，若非重新指定，在后面程序段中将继续有效。

工作进给速度由 F 代码指定；暂停延时时间由 P 代码指定。

一般说来，固定循环由六个步骤按顺序执行，如图 5-1 所示。

步骤 1：定位 X 轴和 Y 轴

步骤 2：快速移动到 R 点

步骤 3：孔加工

步骤 4：在孔底的动作

步骤 5：返回到 R 点

步骤 6：快速移动到初始点（如果 G99 模态有效，该步骤被忽略）

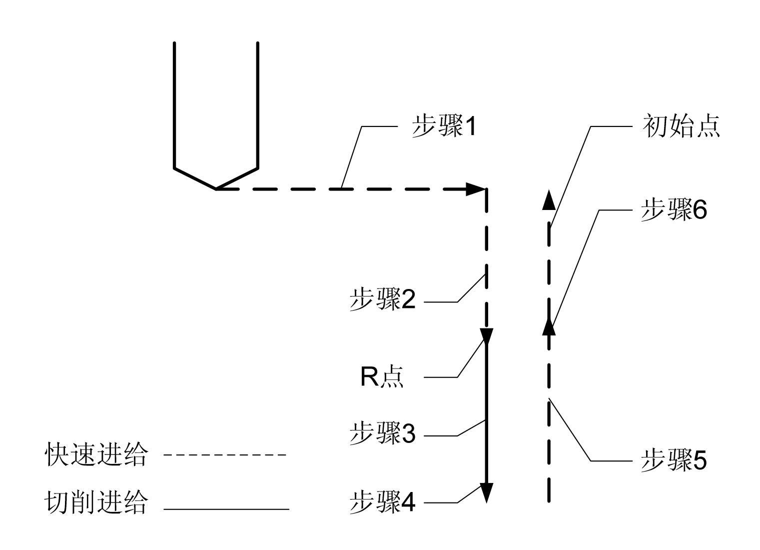


图 5-1　固定循环操作步骤示意图

注意：

- 坐标位置是用 G90（绝对值）或用 G91（增量值）方式表示的。
- 退回点的选择，G98 表示退回至起始点；G99 表示退回至 R 点。若程序中未指定，则默认为 G98。
- 重复次数 K。指定动作 1～动作 6 的重复次数。如省略时，视为执行 1 次。
- 自动切削循环指令都具有模态续效功能，所以在同一加工模式中，不需要在每个程序段都指定该指令。
- 固定循环指令执行完毕，不再继续使用时，应使用 G80 指令来取消固定循环，否则会产生语法报警。
- G90、G91 相对应的数据给出方式是不同的。如图 5-2：

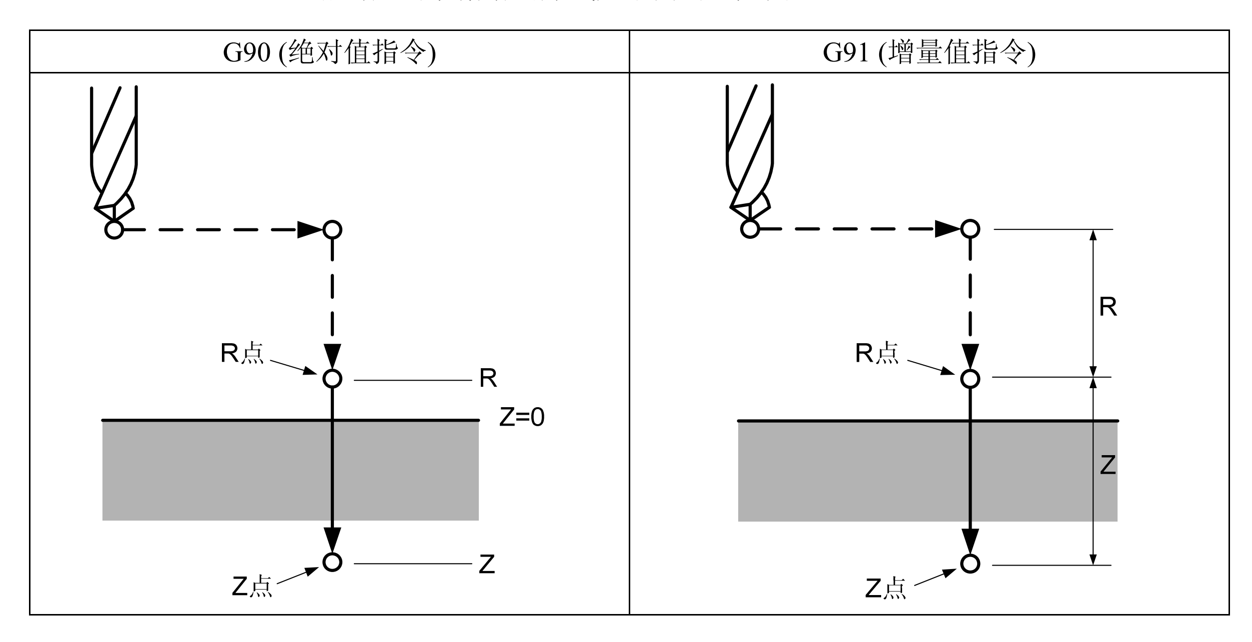


图 5-2 固定循环的绝对值指令及相对值指令

- 当刀具到达孔底后，刀具返回到 R 点平面或初始位置平面，由 G98 和 G99 决定。图 5-3 显示了指定 G98 或 G99 时的刀具移动情况。

一般情况下，G99 用于第一次钻孔，而 G98 用于最后钻孔。即使在 G99 方式中执行钻孔，初始位置平面也不变。

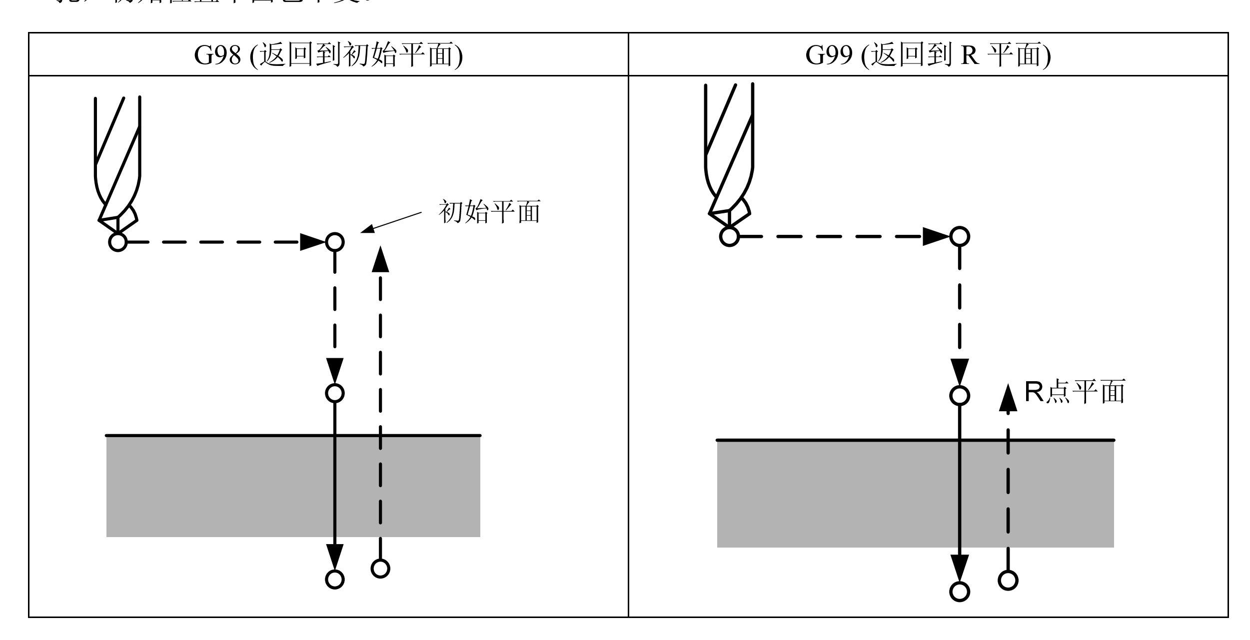
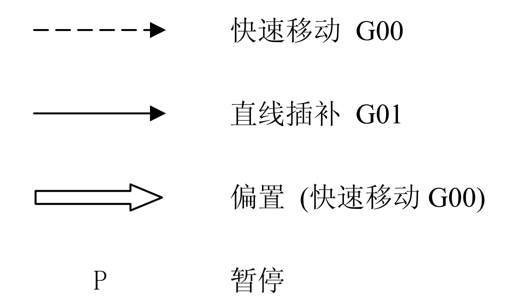


图 5-3 刀具返回位置

在后面介绍中使用下列符号，含义如下：



5.1 G73 高速深孔钻循环

该循环执行高速深孔钻。它执行间歇切削进给直到孔的底部,同时从孔中排除切屑。

指令格式：

G73 X __ Y __ Z __ R__ Q__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z：从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

Q：每次切削进给的切削深度。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

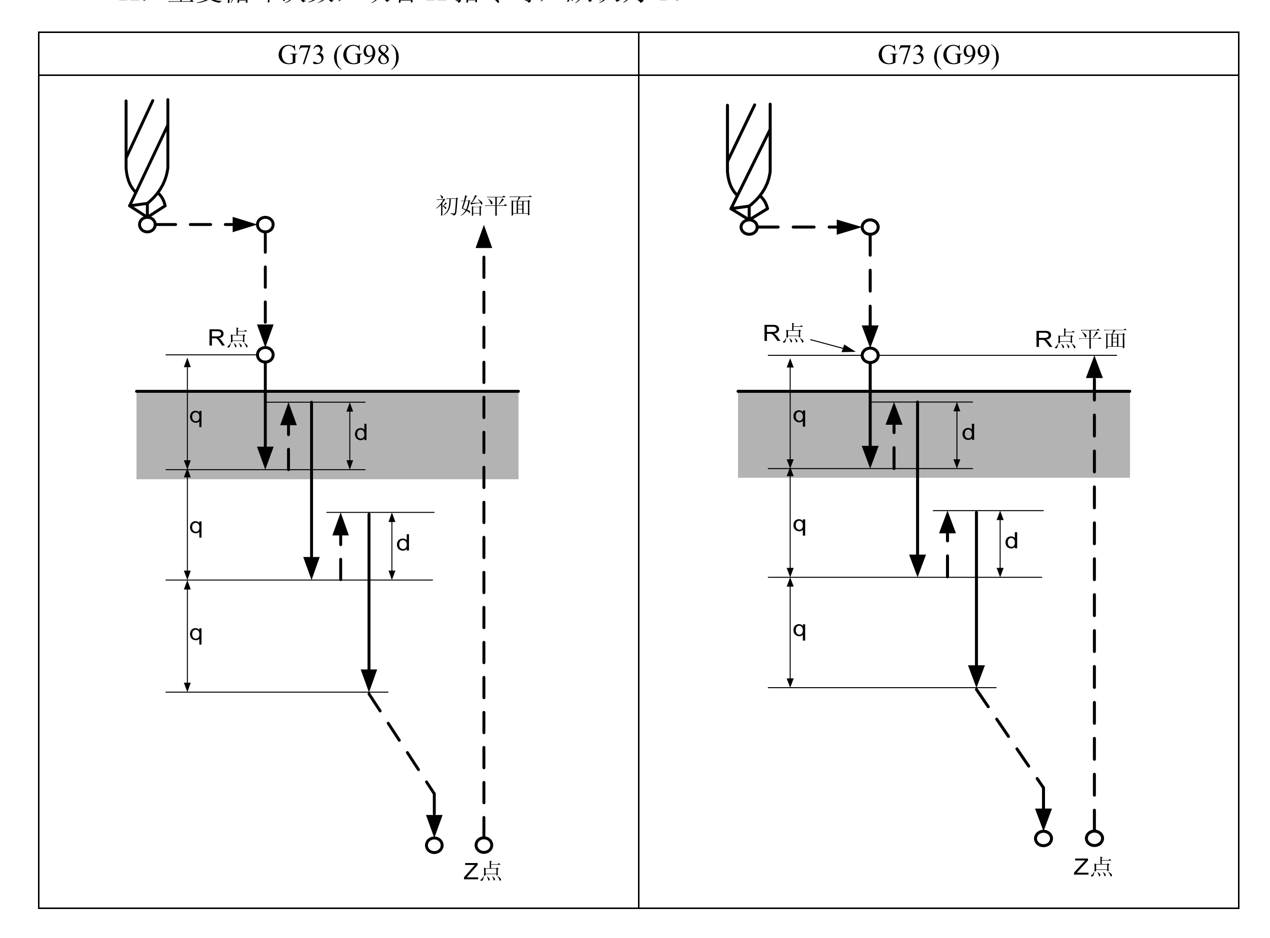


图 5-4 高速深空钻循环

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。Q 值指定每次切削进给的切削深度。设定值为正值。d 值由数控系统系统配置参数定义。

例如：

M3 S2000	主轴开始旋转
G90 G99 G73 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120.	定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	

5.2 G74 钻削循环，左旋攻丝

该循环执行左旋攻丝，在左旋攻丝循环中，当到达孔底时主轴顺时针旋转。

指令格式：

G74 X __ Y __ Z __ R__ P__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置X，Y数据；

Z： 从R点至孔底距离。

R：从初始点至R点的距离。

P：暂停时间，单位为毫秒。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省K指令时，默认为1。

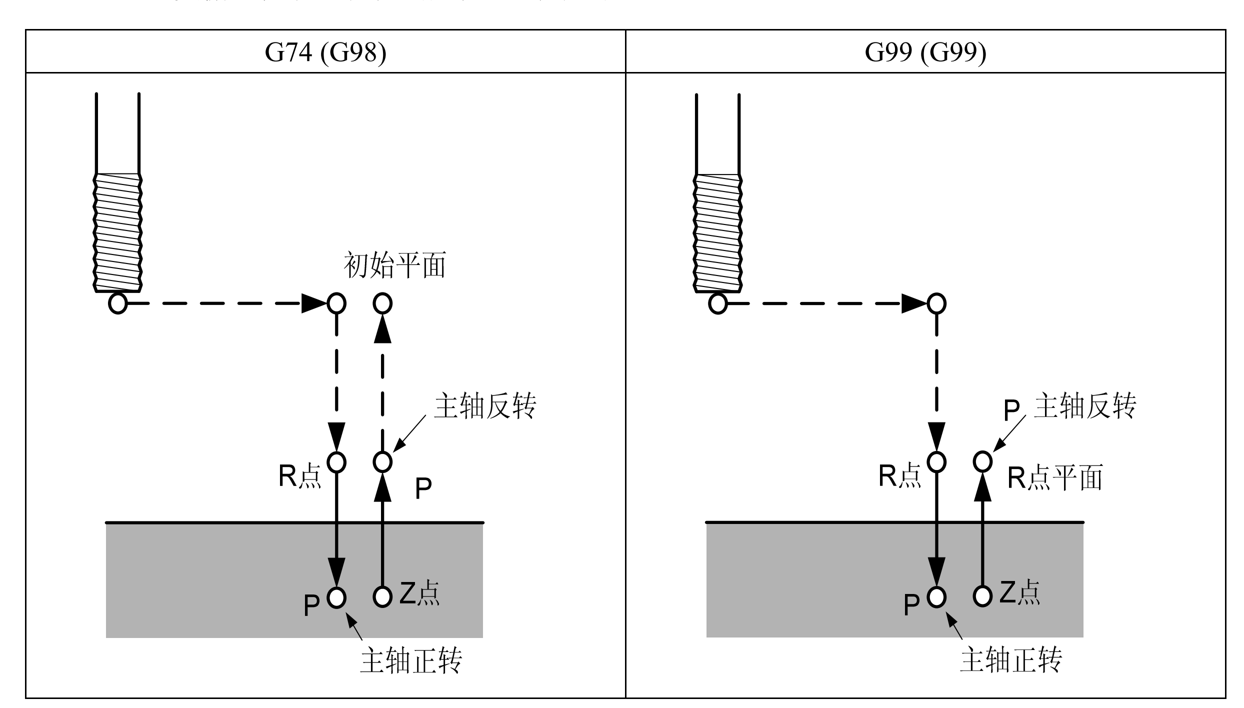


图 5-5 钻削循环，左旋攻丝

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

沿着 X 和 Y 轴定位以后，快速移动到 R 点。从 R 点到 Z 点执行攻丝。当攻丝完成后，主轴停止并执行暂停，然后，主轴以相反方向旋转，刀具退回到 R 点。然后，执行快速移动到初始位置。

例如：

M4 S100	主轴开始旋转
G90 G99 G74 X300. Y-250. Z-150. R-120.P100 F120.	定位,攻丝 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,攻丝 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,攻丝 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,攻丝 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,攻丝 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,攻丝 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	

5.3 G80 固定循环撤销

G73、G74、G76、G81～G89 固定循环被取消。以后按通常的动作加工。Z 点、R 点被取消了，其它的孔加工数据也被取消了。

5.4 G81 钻削循环，定点镗孔

指令格式：

G81 X __ Y __ Z __ R__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

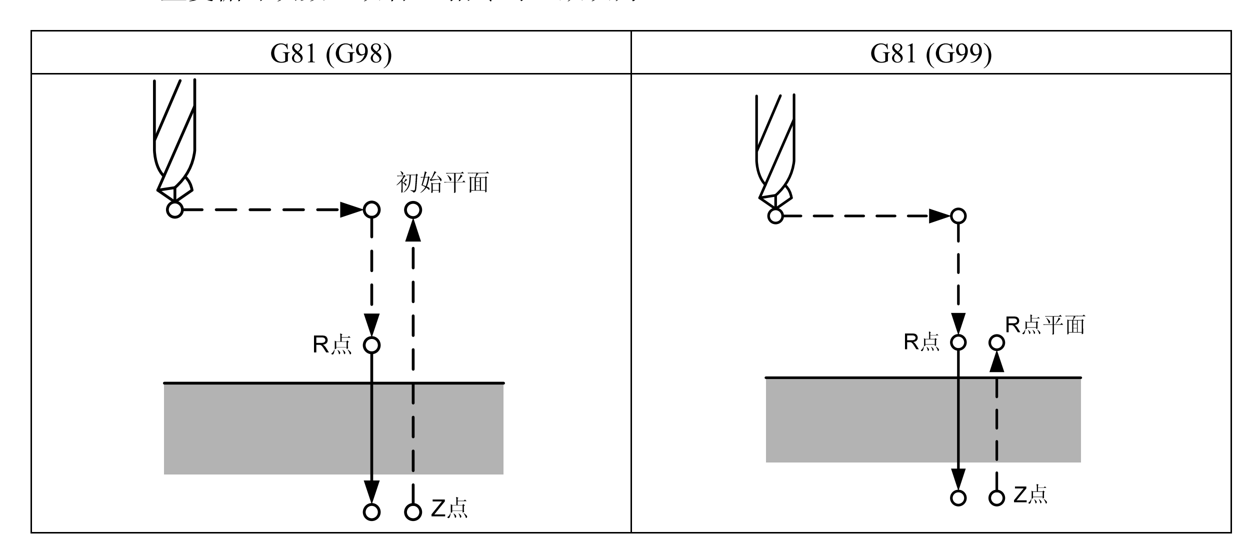


图 5-6 钻削循环，定点镗孔

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

例如：

M3 S2000	主轴开始旋转
G90 G99 G81 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120.	定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,钻孔 4,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	

5.5　G82 钻削循环，平底锪孔

指令格式：

G82 X __ Y __ Z __ R__ P__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z：　从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

P：暂停时间，单位为毫秒。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

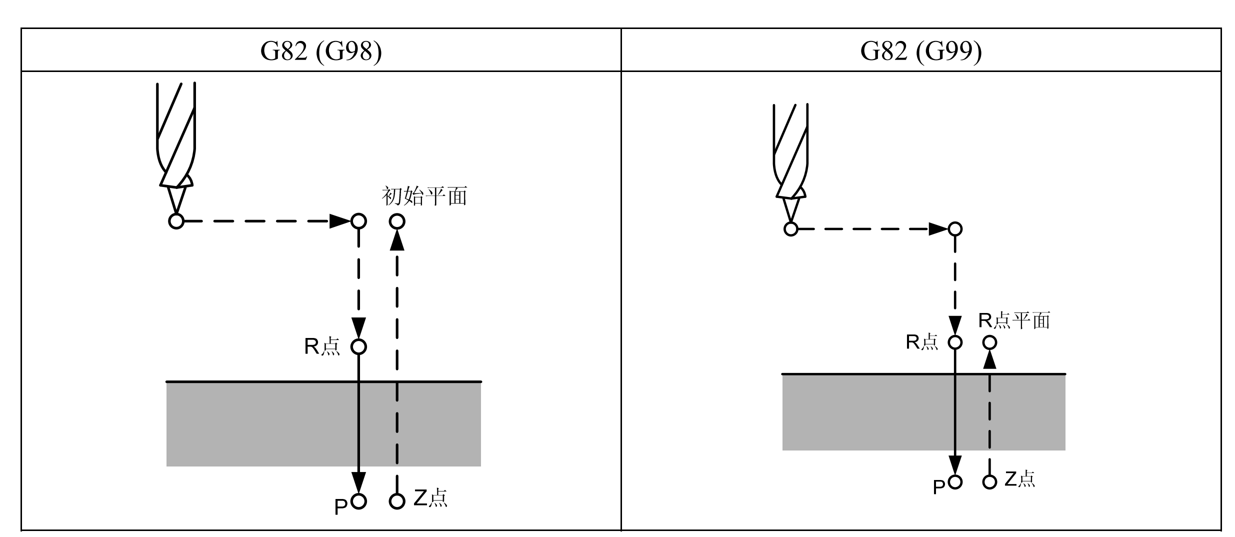


图 5-7 钻削循环，平底锪孔

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

例如：

M3 S2000	主轴开始旋转
G90 G99 G82 X300. Y-250. Z-150. R-100. P1000 F120.	定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M05	主轴停止旋转
M30	程序结束

5.6 G83 排屑钻孔循环

指令格式：

G83 X __ Y __ Z __ R__ Q __ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

Q：每次切削进给的切削深度。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

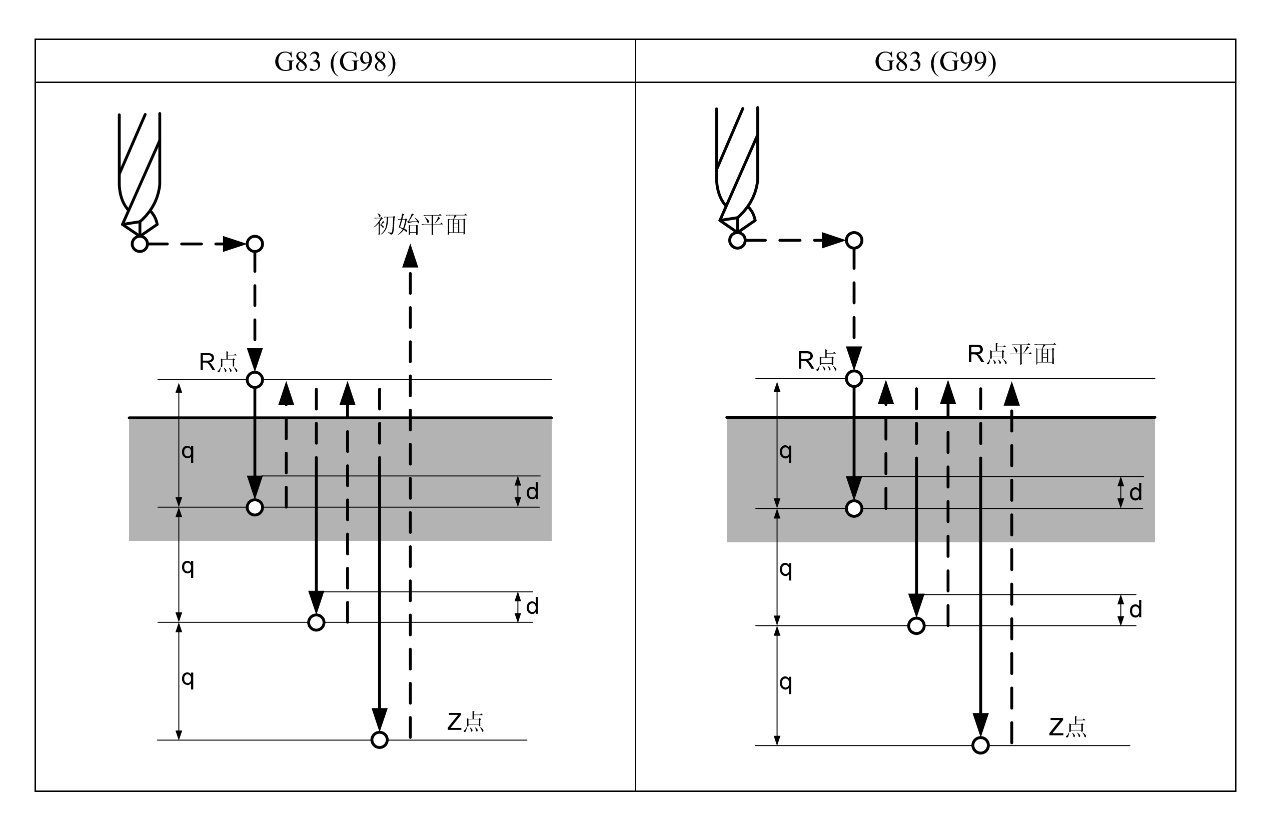


图 5-8 排屑钻孔循环

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。Q 值指定每次切削进给的切削深度，设定值为正值。d 值由数控系统系统配置参数定义。

例如：

M3 S2000	主轴开始旋转
G90 G99 G83 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120.	定位,钻 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,钻 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,钻 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,钻 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,钻 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	程序结束

5.7 G84 攻丝循环

指令格式：

G84 X __ Y __ Z __ R__ P__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

P：暂停时间，单位为毫秒。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

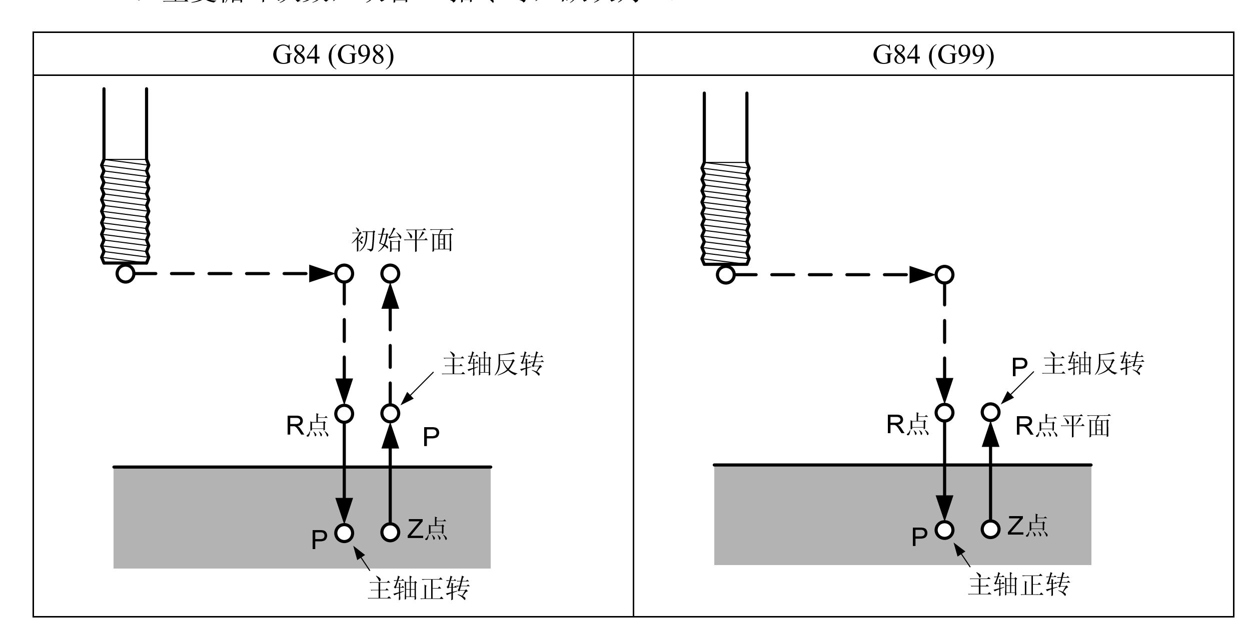


图 5-9 攻丝循环

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

例如：

M3 S100	主轴开始旋转
G90 G99 G84 X300. Y-250. Z-150. R-120. P300 F120	定位,攻丝 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,攻丝 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,攻丝 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,攻丝 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,攻丝 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,攻丝 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	

5.8 G85 镗削循环

指令格式：

G85 X __ Y __ Z __ R__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

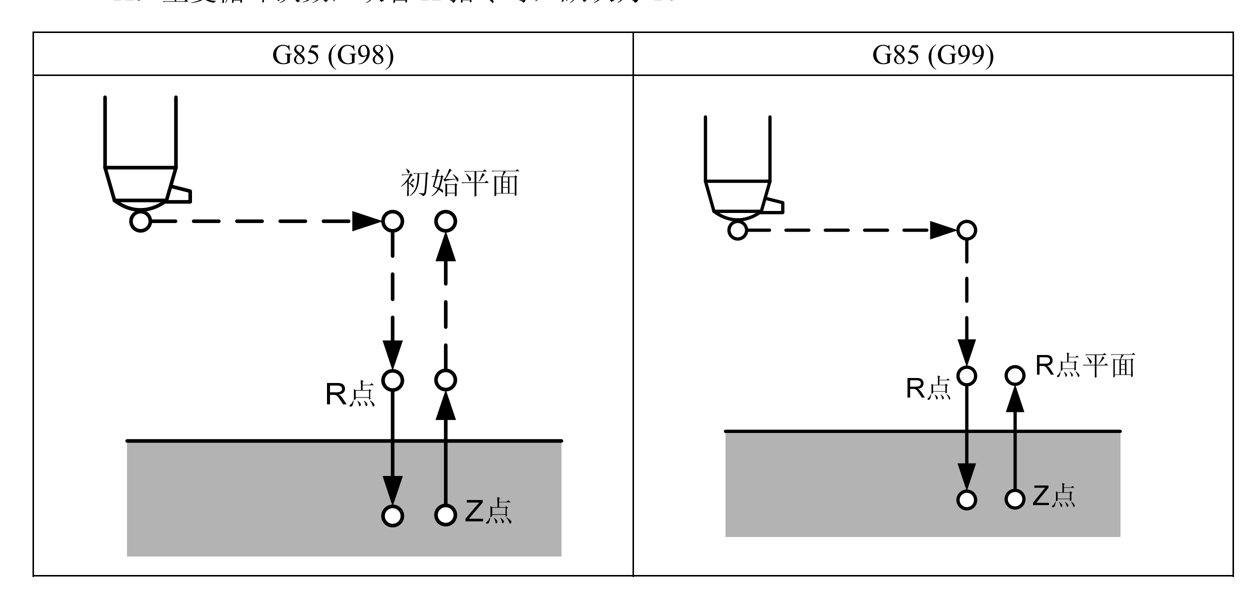


图 5-10 镗削循环（1）

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点

例如：

M3 S100	主轴开始旋转
G90 G99 G85 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120	定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M5	主轴停止旋转
M30	

5.9 G86 镗削循环

指令格式：

G86 X __ Y __ Z __ R__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

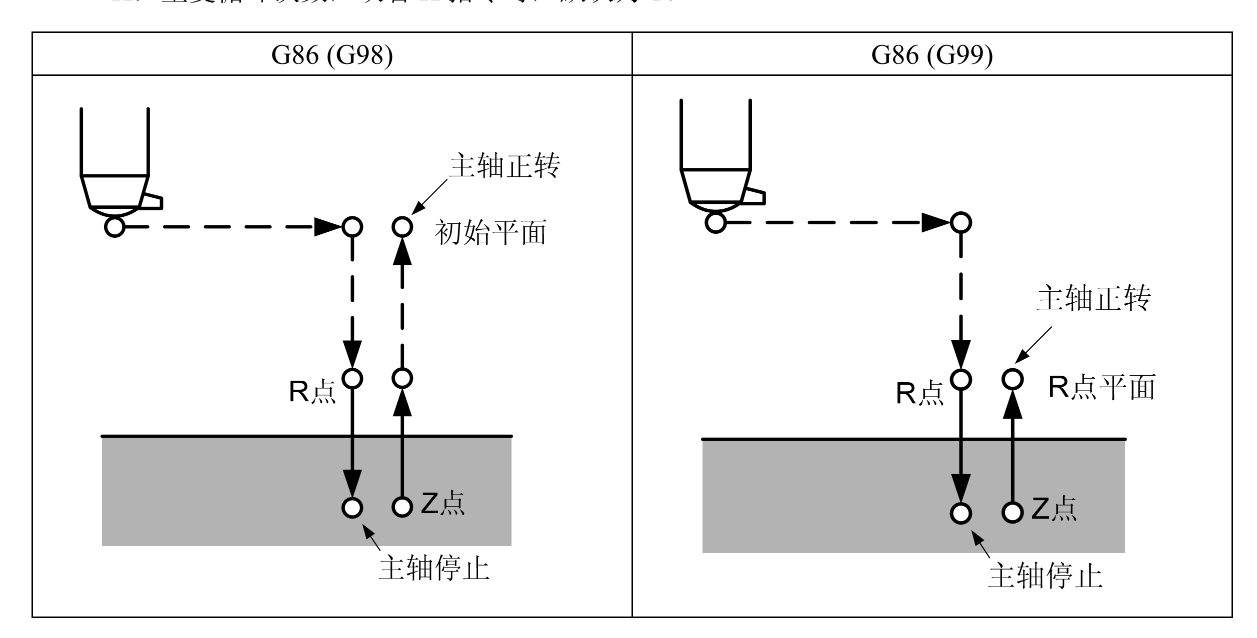


图 5-11 镗削循环（2）

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

例如：

M3 S2000	主轴开始旋转
G90 G99 G86 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120	定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M05	主轴停止旋转
M30	程序结束

5.10 G89 镗削循环

指令格式：

G89 X __ Y __ Z __ R__ P__ K__ F__

X，Y：孔的定位位置 X，Y 数据；

Z： 从 R 点至孔底距离。

R：从初始点至 R 点的距离。

P：暂停时间，单位为毫秒。

F：切削进给速度。

K：重复循环次数，缺省 K 指令时，默认为 1。

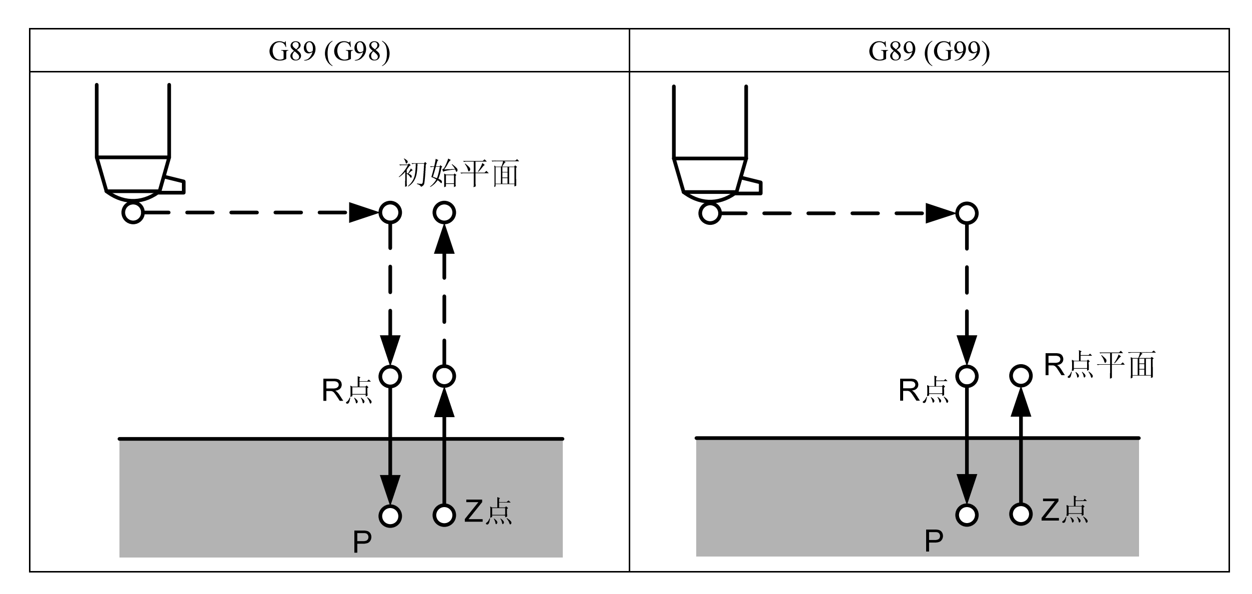


图 5-12 镗削循环（4）

如果 G99 模态有效，刀具返回终点为 R 点。

例如：

M3 S100	主轴开始旋转
G90 G99 G89 X300. Y-250. Z-150. R-120. P1000 F120	定位,镗 1 孔,然后返回到 R 点在孔底停止 1 秒
Y-550.	定位,镗 2 孔,然后返回到 R 点
Y-750.	定位,镗 3 孔,然后返回到 R 点
X1000.	定位,镗 4 孔,然后返回到 R 点
Y-550.	定位,镗 5 孔,然后返回到 R 点
G98 Y-750.	定位,镗 6 孔,然后返回初始位置平面
G80	固定循环撤消
G28 G91 X0 Y0 Z0	返回到参考点
M05	主轴停止旋转
M30	程序结束

6 宏指令编程

宏指令编程是一种类似高级语言的编程方法，用户可以使用变量进行算术、逻辑运算和三角函数的混合运算。此外，还可以使用循环语句、分支语句，实现条件转移和程序跳转，有利于编制各种复杂的零件加工操作程序，减少甚至免除手工编程时进行繁琐的数值计算，并精简了程序，使程序编制更方便，更容易。

6.1 宏变量

普通加工程序直接用数值指定 G 代码和移动距离，例如 G01 和 X100.0，使用用户宏程序时，数值可以直接指定或用宏变量指定。当用宏变量时，宏变量值可用程序或用键盘操作改变。

6.1.1 宏变量的表示

宏变量用变量符号# 和后面的变量号指定。例如：#1。

表达式可以用于指定变量号。此时表达式必须封闭在括号中。例如#[#1+#2-12]。

6.1.2 宏变量的类型

系统可用的宏变量，根据变量号可以分成 3 种类型。

变量号	变量类型	功 能
#0—#99	局部变量	局部变量只能用在当前宏程序中存储数据，例如运算结果。当宏程序运行结束后，局部变量被初始化为零。
#100—#499 #500—#*999	公共变量	公共变量在不同的宏程序中的意义相同。 当断电时，变量#100—#499 初始化为零，#500—#999 的数据保存，即使断电也不丢失。
#1000—	系统变量	系统变量用于读、写 CNC 系统内各种数据，例如刀具补偿值等。具体变量号及含义参见 6.2 系统宏变量。

6.1.3 宏变量赋值

宏变量的数据类型只能是整型和浮点型。

宏变量＝常量、宏常量或代数表达式。

例如：#1=20

#2=#I（I=1，2，3……）

#3=#1+#2-1

6.1.4 宏变量的引用

为在程序中使用变量值，在地址后指定变量。当用表达式指定变量时，要把表达式放在括号[ ]中，例如：G01 X[#1+#2] F#3。

改变引用变量的值的符号，要把负号放在#的前面。例如 G00 X-#1。

当引用未定义的变量时，未定义的变量当 0 处理。

例如：下面程序中，变量#1 的值是 1，变量#2 未定义，执行结果为：

程序	执 行 结 果
#1=1	
G00 X#1 Y#2	G00 X1 Y0
M30	

6.2 系统宏变量

系统变量用于读、写 CNC 系统内部各种数据，例如刀具补偿值等。系统变量是通用加工程序开发的基础。

6.2.1 接口信号

PLC 和用户宏程序之间交换的信号。

变量号	功 能
#1000—#1015 #1032	把 16 位信号（G3.0-G3.7，G4.0-G4.7）从 PLC 送到用户宏程序变量。 #1000—#1015 用于按位读取信号变量。 #1000 对应 G3.0 #1001 对应 G3.1 …... #1008 对应 G4.0 ……. #1015 对应 G4.7 #1032 用于一次读取 16 位信号。

6.2.2 刀具补偿值

用系统变量可以读和写刀具补偿值。

补偿号	长度补偿 H	长度磨损 H	半径补偿 D	半径磨损
1	#2701	#2001	#2901	#2201
2	#2702	#2002	#2902	#2202
……	……	……	……	……

20	#2720	#2020	#2920	#2220

6.2.3 工件坐标系(G54-G59)零点偏移值

工件坐标系零点偏移值可以通过对应的变量进行读和写。

	X 轴	Y 轴	Z 轴	A 轴
G54	#5221	#5222	#5223	#5224
G55	#5241	#5242	#5243	#5244
G56	#5261	#5262	#5263	#5264
G57	#5281	#5282	#5283	#5284
G58	#5301	#5302	#5303	#5304
G59	#5321	#5322	#5323	#5324

6.3 表达式

由运算符将若干常数、宏变量或宏常量连接而成的字符串称为表达式，表达式中支持括号嵌套。

代数表达式：如，sqrt[#2+#4]*cos[55/180+20];

条件表达式：如，#3 GT #4;

6.4 算术和逻辑运算

下表中列出的运算可以在变量之间执行。运算符右边的表达式可包含常量和/或由函数或运算符组成的变量。表达式中的变量#j 和#k 可以用常数赋值。左边的变量也可以用表达式赋值。

<table>
<tr><th>功能</th><th>格式</th><th colspan="2">备 注</th></tr>
<tr><td>定义</td><td>#I=#j</td><td colspan="2">常数可以代替变量# j。</td></tr>
<tr><td>加法</td><td>#I=#j+#k</td><td colspan="2" rowspan="4">常数可以代替变量# j 或#k。</td></tr>
<tr><td>减法</td><td>#I=#j-#k</td></tr>
<tr><td>乘法</td><td>#I=#j*#k</td></tr>
<tr><td>除法</td><td>#I=#j/#k</td></tr>
<tr><td>正弦
余弦
正切</td><td>#I=SIN[#j]
#I=COS[#j]
#I=TAN[#j]</td><td colspan="2">角度单位：度。
常数可以代替变量# j。</td></tr>
<tr><td>反正弦</td><td>#I=ASIN[#j]</td><td>范围：-90°～90°</td><td rowspan="2">常数可以代替变量# j。</td></tr>
<tr><td>反余弦</td><td>#I=ACOS[#j]</td><td>范围：180°～0°</td></tr>
</table>

反正切	#I=ATAN[#j]	范围：-90°～90°	
平方根 绝对值 指数函数 舍入函数 取整函数 奇偶函数 求余函数	#I=SQRT[#j] #I=ABS[#j] #I=EXP[#j] #I=ROUND[#j] #I= INT[#j] #I= ODD[#j] #I= MOD[#j,#k]	常数可以代替变量# j，#k。	

注意：

- 反正弦 #I=ASIN[#j]　反余弦 #I=ACOS[#j]

当#j 超出-1 到 1 的范围时，系统报错“宏指令段中函数计算表达式里指定数值超出取值范围，编辑修改”。

- 反正切 #I=ATAN[#j]

指定两个边的长度，并用斜杠（/）分开。例：当执行#1=ATAN[1] / [-1]时，-45 赋值给#1。

- 指数函数 #I=EXP[#j]

当运算结果超过 999999.9999 时，系统报错“宏指令段中函数计算表达式里指定数值超出取值范围，编辑修改”。

- 舍入函数 #I=ROUND[#j]

ROUND 函数在第 1 个小数位置四舍五入。 例：当执行#1= ROUND[-2.56]时，-3 赋值给#1。

- 取整函数 #I= INT[#j]

忽略小数点后面数值。例：当执行#1=INT[-45.567]时，-45 赋值给#1。

- 奇偶函数 #I= ODD[#j]

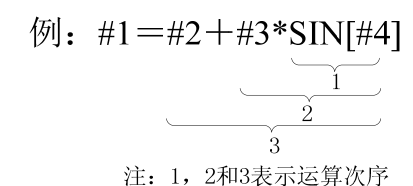
当#j 为奇数时，#I 为 1；当#j 为偶数时，#I 为 0；当#j 为小数时，系统报错“宏指令函数调用中指定的参数不是整数”。

- 求余函数 #I=MOD[#j,#k]

#j，#k 都是非负整数，且#k 非零。

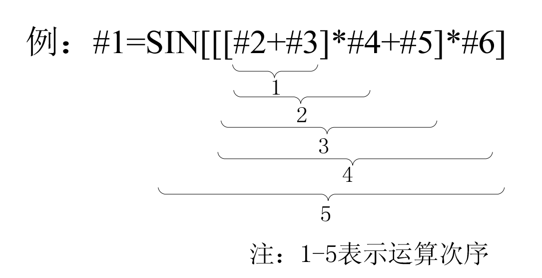
- 运算次序（优先级）

函数 → 乘除（*，/） → 加减（+，－）



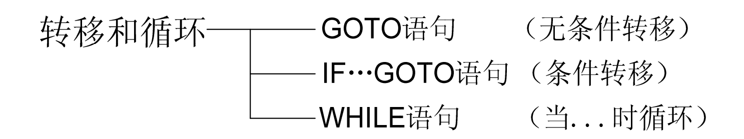
- 括号嵌套

表达式中的括号为中括号[]。 括号用于改变运算次序，括号最多可以使用 5 级，包括函数内部使用的括号。



6.5 转移和循环

在程序中使用 GOTO 语句和 IF 语句可以改变控制的流向。有三种转移和循环操作可供使用。



6.5.1 无条件转移

GOTO 语句：转移到标有顺序号 n 的程序段。

GOTO n； n 顺序号（1 到 9999999）

6.5.2 条件转移

IF [<条件表达式>] GOTO n：如果指定的条件表达式满足时，转移到标有顺序号 n 的程序段。如果指定的条件表达式不满足，执行下个程序段。

例：如果变量#1的值大于0，转移到顺序号N2的程序段。



- 条件表达式

条件表达式必须包括算符。算符插在两个变量中间或变量和常数中间，并且用括号[和]封闭。表达式可以替代变量。

- 运算符

运算符由 2 个字母组成，用于两个值的比较，以决定它们是相等还是一个值小于或大于另一个值。

运算符	含义
EQ	等于 ＝
NE	不等于
GT	大于 ＞
GE	大于或等于
LT	小于 ＜
LE	小于或等于

- 程序举例

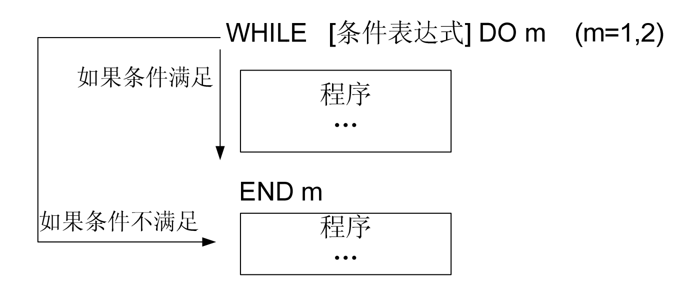
下面程序计算数值1~10的总和。

程　序	注　　释
#1=0	存储和数变量的初值
#2=1	被加数变量的初值
N1 IF[#2 GT 10] GOTO 2	当被加数大于 10 时转移到 N2
#1=#1+#2	计算和数
#2=#2+1	下一个被加数
GOTO 1	转到 N1
N2 M30	程序结束

6.5.3 循环

WHILE 语句：在 WHILE 后指定一个条件表达式。当指定条件满足时，执行 WHILE 从 DO 到 END 之间的程序，否则转而执行 END 之后的程序段。DO 后的号和 END 后的号是

指定程序执行范围的标号。



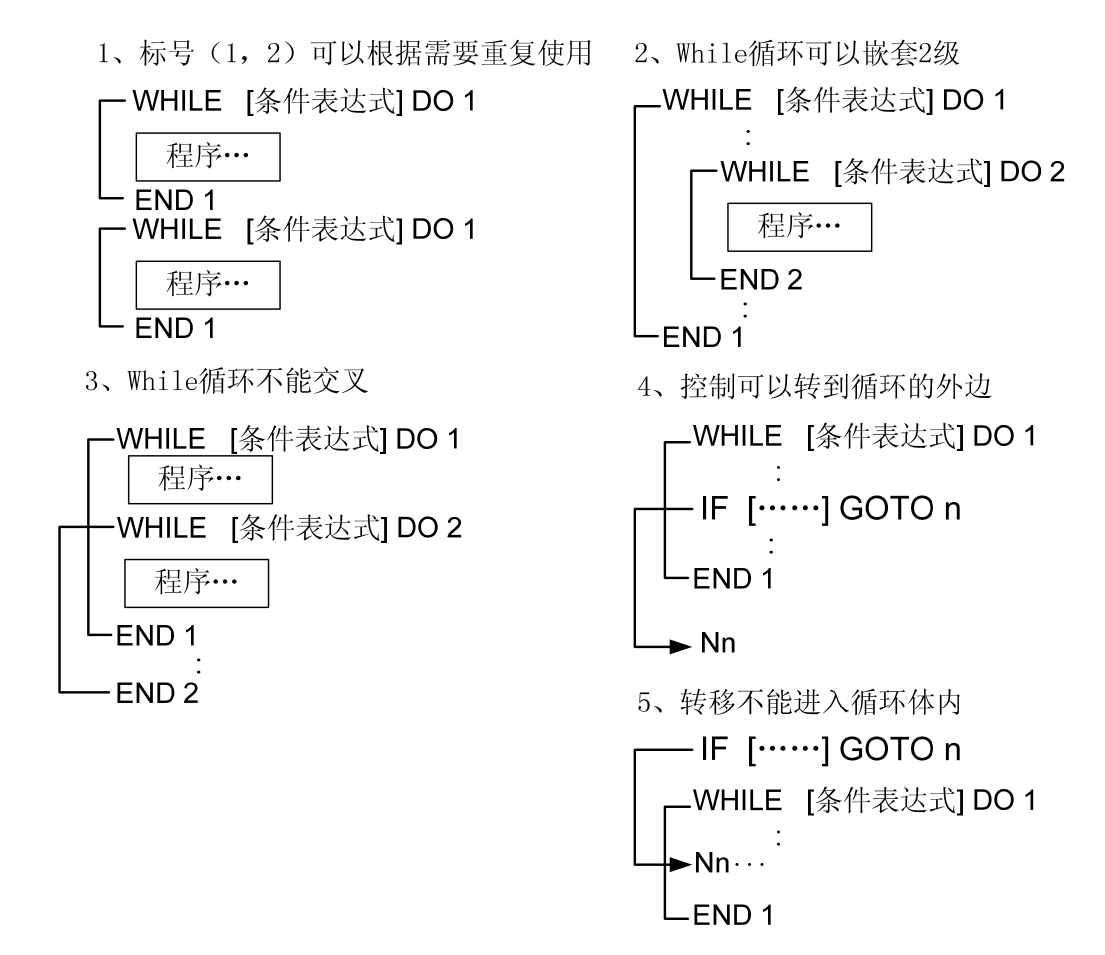
例：

下面程序计算数值 1~10 的总和。

程 序	注 释
#1=0	存储和数变量的初值
#2=1	被加数变量的初值
N1 WHILE [#2 LE 10] DO1	当被加数小于 10 时执行 WHILE 循环
#1=#1+#2	计算和数
#2=#2+1	下一个被加数
END 1	WHILE 循环结束
N2 M30	程序结束

注意：

- 嵌套

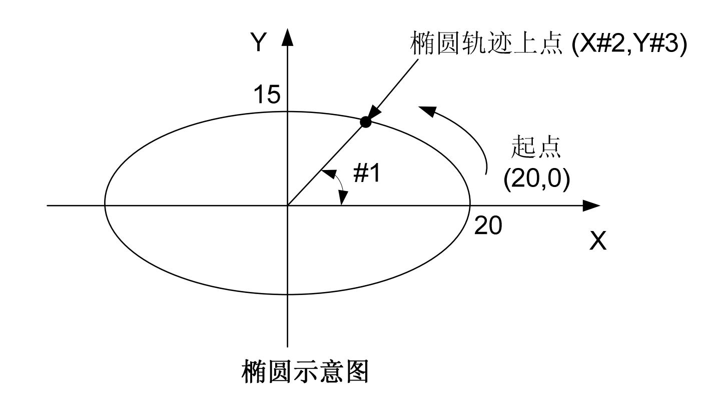


- 无限循环

当指定 DO 而没有指定 WHILE 语句时，产生 DO 到 END 的无限循环。

6.6 宏指令应用举例

例：加工一椭圆（长轴半径 20，短轴半径 15）。



椭圆示意图

程序代码如下：

程 序	注 释
G54 M03 S1000	启动主轴
G00 X0 Y0 Z50	快速定位到起始点
G01 Z-1 F300	落刀
G01 X20 F500	定位到椭圆的加工起点
#1=0.5	存储角度初值
N10 #1=#1+0.5	角度增加 0. 5 度
#2=20*COS[#1]	计算 X 坐标
#3=15*SIN[#1]	计算 Y 坐标
G01 X#2 Y#3 F500	进给到（X，Y）位置
IF [#1 LT 360] GOTO 10	当 角度 小于 360 度时，转移到 N10
G01 X0 Y0	椭圆加工完毕，回到起始点
G0 Z50	抬刀
M30	程序结束

7 其它编程功能说明

7.1 注释指令

在半角输入状态下，分号“；”之后的内容和一对括弧( )内之间的代码将被译码程序忽略。它们可用作数控代码的注释。

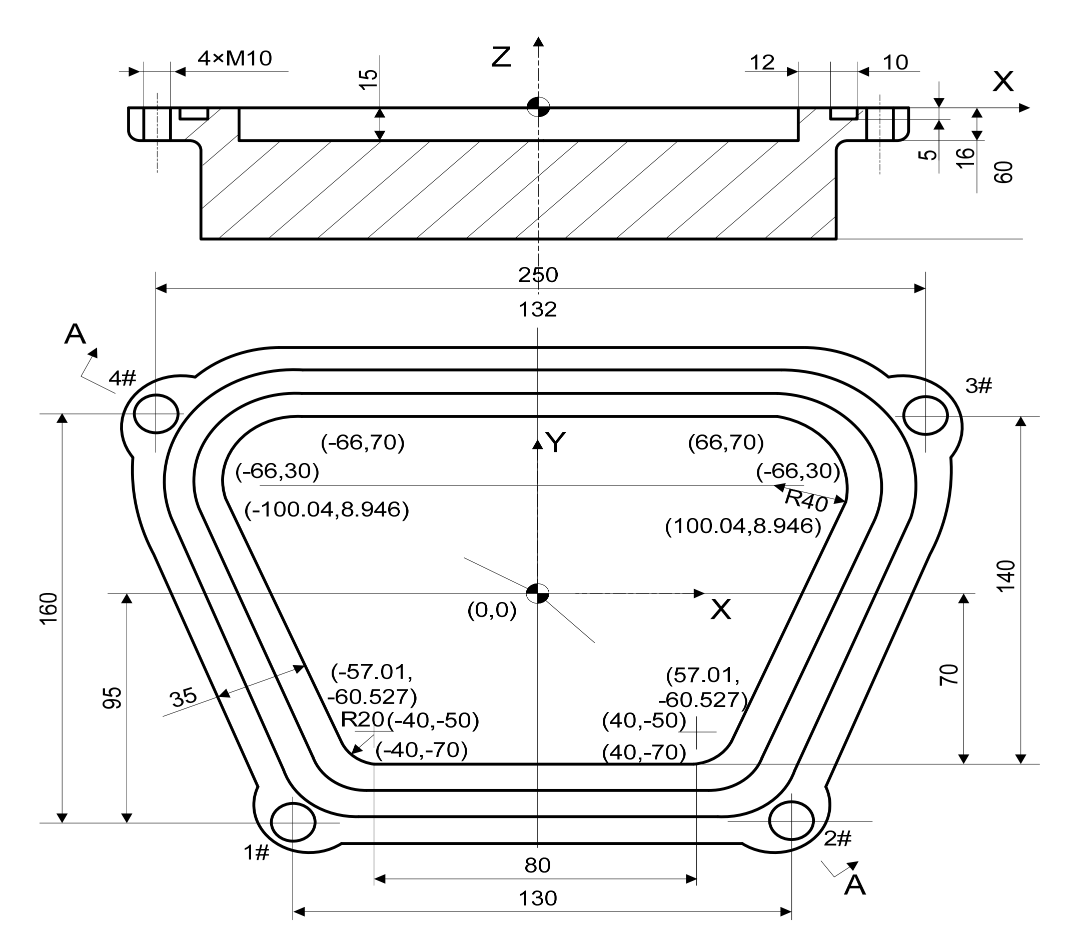
7.2 选择程序段跳过指令

选择程序段跳过功能由系统"选择跳跃"开关按钮来控制，当“选择跳跃”按钮被按下(开)时，以符号双斜杠//，或单斜杠/，或单斜杠/后跟数字 1-9（/如/1，/2… /9）作为开头的代码行在程序运行时不予以执行，反之(关)则执行。

选择程序段跳过指令一般放置在程序段的开头。

8 铣削加工程序实例

8.1 例 1



主程序 1	注释
G54 G90 G00 X0 Y0 Z30	选择工件坐标系
T01	第 1 把刀（Φ10 高速钢键槽铣刀）
S800 M03	主轴起动
G01 G42 Y70 F100 D01	建立右刀具半径补偿（D01=5）
G01 Z0 F200	下刀
M98 L100 P3	调用子程序铣内腔
G01 G40 X66 Y30 F200	取消刀具半径补偿
G00 Z30	退刀
X0 Y0	返回原点
M05	主轴停止
M30	暂停

主程序 2	注释
G55 G90	选择工件坐标系
T01	第 1 把刀（Φ10 高速钢键槽铣刀）

S800 M03	主轴起动
G00 X0 Y150 Z30	定位
G41 G01 Y70 F200 D04	建立左刀具半径补偿（D04=17）
Z0 M08	下刀
M98 L100 P1	调用子程序铣 10mm 键槽
G00 Z30	退刀
G40 X0 Y0 M09	取消刀具半径补偿
M05	主轴停止
M30	程序结束

主程序 3	注释
G56 G90	选择工件坐标系
T02	第 2 把刀（Φ8.5 高速钢钻头）
S600 M03	主轴起动
G00 X0 Y0 Z30 M08	定位
G99 G81 X-65 Y-95 Z-20 R5 F80	钻 1 孔
M98 L200 P1	调用子程序，钻 2、3、4 孔
G80	取消固定循环
G00 X0 Y0 Z30 M09	返回初始点
M05	主轴停止
M30	程序结束

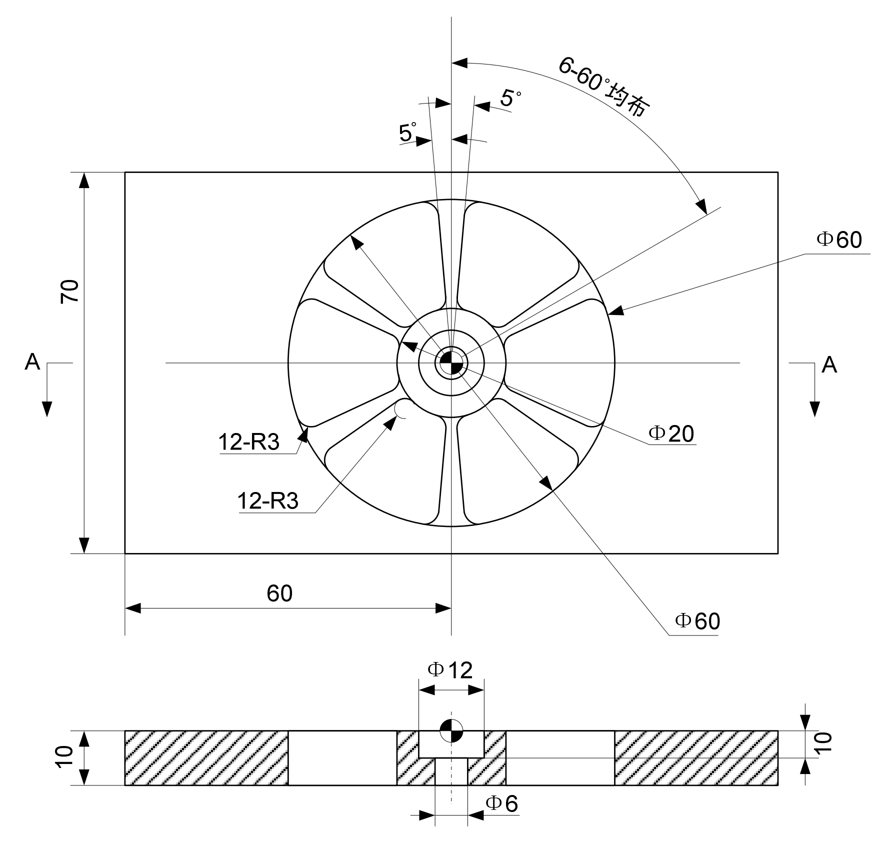
主程序 4	注释
G57 G90	选择工件坐标系
T03	第 3 把刀（M10（X1.5）丝锥）
S300 M03	主轴起动
G00 X0 Y0 Z30 M08	定位
G99 G84 X-65 Y-95 Z-20 R5 F100	攻 1 孔螺纹
M98 L200 P1	调用子程序，攻 2、3、4 孔螺纹
G80	取消固定循环
G00 X0 Y0 Z30 M09	返回初始点
M05	主轴停止
M30	程序结束

子程序 O100.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F50	每刀 Z 轴切深
G90 G01 X66 Y70 F100	
G02 X100.04 Y8.946 J-40	切削右上方 R40 圆弧
G01 X57.01 Y-60.527	

G02 X40 Y-70 I-17.01 J10.527	切削右下方 R20 圆弧
G01 X-40	
G02 X-57.01 Y-60.527 J20	切削左下方 R20 圆弧
G01 X-100.04 Y8.946	
G02 X-66 Y70 I34.04 J21.054	切削左上方 R40 圆弧
G01 X0.5	
M99	

子程序 O200.SUB	注释
X65	2 孔位置
X125 Y65	3 孔位置
X-125	4 孔位置
M99	

8.2 例 2



主程序	注释
G54 G90 G17	选择工件坐标系
T01	第 1 把刀（Φ6 高速钢键槽铣刀）
S1200 M03	主轴起动
G00 X0 Y0 Z50	定位初始点
X8.75 Y15.155	起刀点定位（第 1 个扇形）

Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L501 P2	调用子程序加工出第 1 个扇形
G90G00Z10	退刀
X17.499 Y0	起刀点定位（第 2 个扇形）
Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L502 P2	调用子程序加工出第 2 个扇形
G90 G00 Z10	退刀
X8.75 Y-15.155	起刀点定位（第 3 个扇形）
Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L503 P2	调用子程序加工出第 3 个扇形
G90 G00 Z10	退刀
X-8.75 Y-15.155	起刀点定位（第 4 个扇形）
Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L504 P2	调用子程序加工出第 4 个扇形
G90 G00 Z10	退刀
X-17.499 Y0	起刀点定位（第 5 个扇形）
Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L505 P2	调用子程序加工出第 5 个扇形
G90 G00 Z10	退刀
X-8.75 Y15.155	起刀点定位（第 6 个扇形）
Z1	快进到工件表面
G01 Z0 F150	下刀
M98 L506 P2	调用子程序加工出第 6 个扇形
G90 G00 Z10	退刀
X-2 Y0	起刀点定位
Z1	快进到工件表面
G01 Z-5 F100	下刀
G41 G01 X0 Y-6 D01 F150	建立左刀具半径补偿（D01=3）
G03 X0 Y-6 I0 J6	逆铣Φ12 深 5 的沉孔
G01 X2 Y0	
G00 Z1	退刀
G40 X0 Y0	取消刀具半径补偿
G01 Z-10.2 F80	铣Φ6 通孔
G00 Z50	退刀
M05	主轴停止
M30	程序结束

子程序 O501.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X-6.411 Y11.576 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X3.58 Y2.679 R3	铣第 1 个扇形外形
G02 X16.591 Y-9.579 R30	
G02 X-0.53 Y-4.44 R3	
G01 X-11.618 Y-8.136	
G02 X-3.715 Y0.216 R3	
G03 X-3.5 Y2.021 R10	
G02 X-2.045 Y3.109 R3	
G01 X1.237 Y14.13	
G02 X3.58 Y2.679 R3	
G40 G01 X7.081 Y-6.893	取消刀具半径补偿
G01 X-4.25 Y-7.362	返回起刀点
M99	子程序返回

子程序 O502.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X6.819 Y11.340 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X4.111 Y-1.761 R3	铣第 2 个扇形外形
G02 X0 Y-19.158 R30	
G02 X-4.111 Y-1.761 R3	
G01 X-12.855 Y5.994	
G02 X-1.67 Y3.325 R3	
G03 X0 Y4.042 R10	
G02 X1.67 Y3.325 R3	
G01 X12.855 Y5.994	
G02 X4.111 Y-1.761 R3	
G40 G01 X-2.43 Y-9.579	取消刀具半径补偿
G01 X-8.5 Y0	返回起刀点
M99	子程序返回

子程序 O503.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X13.23 Y-0.236 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X0.53 Y-4.44 R3	铣第 3 个扇形外形
G02 X-16.591 Y-9.579 R30	
G02 X-3.58 Y2.679 R3	
G01 X-1.237 Y14.13	

G02 X2.045 Y3.109 R3	
G03 X3.5 Y2.021 R10	
G02 X3.715 Y0.216 R3	
G01 X11.618 Y-8.136	
G02 X0.53 Y-4.44 R3	
G40 G01 X-9.51 Y-2.686	取消刀具半径补偿
G01 X-4.25 Y7.362	返回起刀点
M99	子程序返回

子程序 O504.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X6.411 Y-11.576 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X-3.58 Y-2.679 R3	铣第 4 个扇形外形
G02 X-16.591 Y9.579 R30	
G02 X0.53 Y4.44 R3	
G01 X11.618 Y8.136	
G02 X3.715 Y-0.216 R3	
G03 X3.5 Y-2.021 R10	
G02 X2.045 Y-3.109 R3	
G01 X-1.237 Y-14.13	
G02 X-3.58 Y-2.679 R3	
G40 G01 X-7.081 Y6.893	取消刀具半径补偿
G01 X4.25 Y7.362	返回起刀点
M99	子程序返回

子程序 O505.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X-6.819 Y-11.340 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X-4.111 Y1.761 R3	铣第 5 个扇形外形
G02 X0 Y19.158 R30	
G02 X4.111 Y1.761 R3	
G01 X12.855 Y-5.994	
G02 X1.67 Y-3.325 R3	
G03 X0 Y-4.042 R10	
G02 X-1.67 Y-3.325 R3	
G01 X-12.855 Y-5.994	
G02 X-4.111 Y1.761 R3	
G40 G01 X2.43 Y9.579	取消刀具半径补偿
G01 X8.5 Y0	返回起刀点
M99	子程序返回

子程序 O506.SUB	注释
G91 G01 Z-5 F100	每刀下切深度
G42 G01 X-13.23 Y0.236 D01 F150	建立右刀具半径补偿（D01=3）
G02 X-0.53 Y4.44 R3	铣第 6 个扇形外形
G02 X16.591 Y9.579 R30	
G02 X3.58 Y-2.679 R3	
G01 X1.237 Y-14.13	
G02 X-2.045 Y-3.109 R3	
G03 X-3.5 Y-2.021 R10	
G02 X-3.715 Y-0.216 R3	
G01 X-11.618 Y8.136	
G02 X-0.53 Y4.44 R3	
G40 G01 X9.51 Y2.686	取消刀具半径补偿
G01 X4.25 Y-7.362	返回起刀点
M99	子程序返回

II. 操作

1 概述

1.1 显示单元

SEC500 数控系统由显示单元、运动控制单元和操作面板三部分组成。其中显示单元的结构如下图所示：

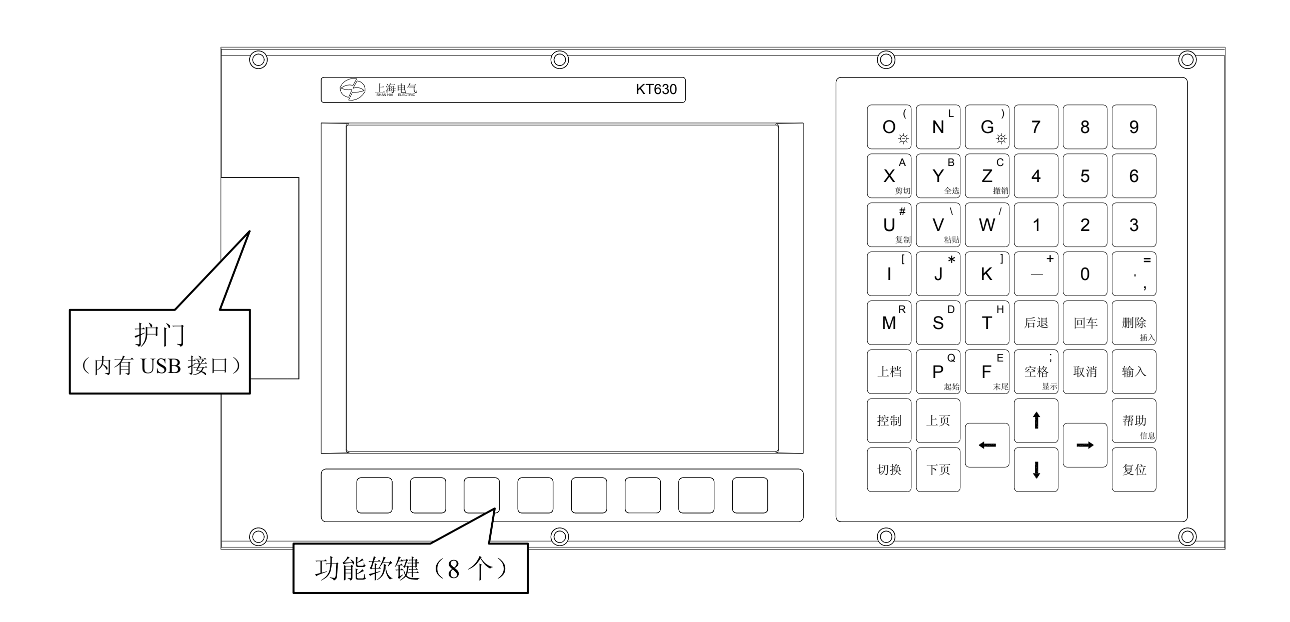


图 1-1 显示单元

1.1.1 USB 接口

本系统前面板上的护门内，有两个 USB 接口。通过该接口，可以将 U 盘中的数控程序和参数复制到数控系统中，或者将数控系统中的数控程序或参数备份到 U 盘中。通过这个接口，还可以外接标准的 USB 计算机键盘，方便程序指令的输入和操作。

1.1.2 功能软键

屏幕下方的 8 个按钮称为“功能软键”。它们用于操作显示于屏幕底端的菜单按钮。每一个“功能软键”对应显示于其上方的一个菜单按钮。

8 个功能软键自左向右依次对应于标准计算机键盘上的 F1~F8 键。

1.2 键盘



图 1-2 系统键盘

1.2.1 输入按键右上角的字母或符号（如“A”，“#”…）

要向屏幕中输入按键右上角的字母或符号，只要在 1 秒之内连续两次按下该按键即可。例如连续两次快速按下字母键“X”即可在屏幕上输出字母“A”；连续两次快速按下字母键“U”，即可输出符号“#”；连续两次快速按下字母键“I”，即可输出左方括号“[”；连续两次快速按下字母键“K”，即可输出右方括号“]”……

1.2.2 “上档”键和“控制”键的作用

“上档”键和“控制”键分别相当于标准计算机键盘中的 Shift 键和 Ctrl 键，它们与方向键或翻页键等组合使用可以在文本输入或编辑模式下实现一些特殊的功能。例如：在程序编辑时，按下“上档”键的同时再按下方向键“↑”或“↓”，可以选择一行或多行内容；按下“控制”键的同时再按下方向键“←”或“→”，可以使光标快速定位到前一个文本块或后一个文本块。

1.2.3 “切换”键的作用

“切换”键用于配合其它按键使用，实现按键右下角所定义的功能。这些功能包括：“起始”、“末尾”、“插入”、“显示”、“剪切”、“复制”、“粘贴”、“全选”和“撤销”等。

1.2.4 “起始”键和“末尾”键

按下“切换”键不放，并同时按下字母键“P”或“F”，即相当于按下了“起始”键或“末尾”键。“起始”和“末尾”等同于标准计算机键盘中的“Home”和“End”键，它们用于在输入文本时定位到一行的开头或末尾；在文件列表、参数列表等视图中，它们用于定位到列表的首行或末行。

1.2.5 屏幕亮度调节

字母键“G”和“O”是复合键。按下键盘上“切换”不放并同时按下字母键“G”，每按一次，液晶屏逐渐变亮。按下键盘上“切换”不放并同时按下字母键“O”，每按一次，液晶屏逐渐变暗。

1.3 界面结构

SEC500 数控系统软件的操作界面主要有：“监控”、“参数”、“文件”、“诊断”、“信息”、“PLC”、“螺距补偿”和“帮助”等。

其中，“监控”界面是最常用的界面。在“监控”界面中，可以完成数控加工绝大多数的操作。

以“监控”界面为例，SEC500 数控系统软件的操作界面的基本结构如下：

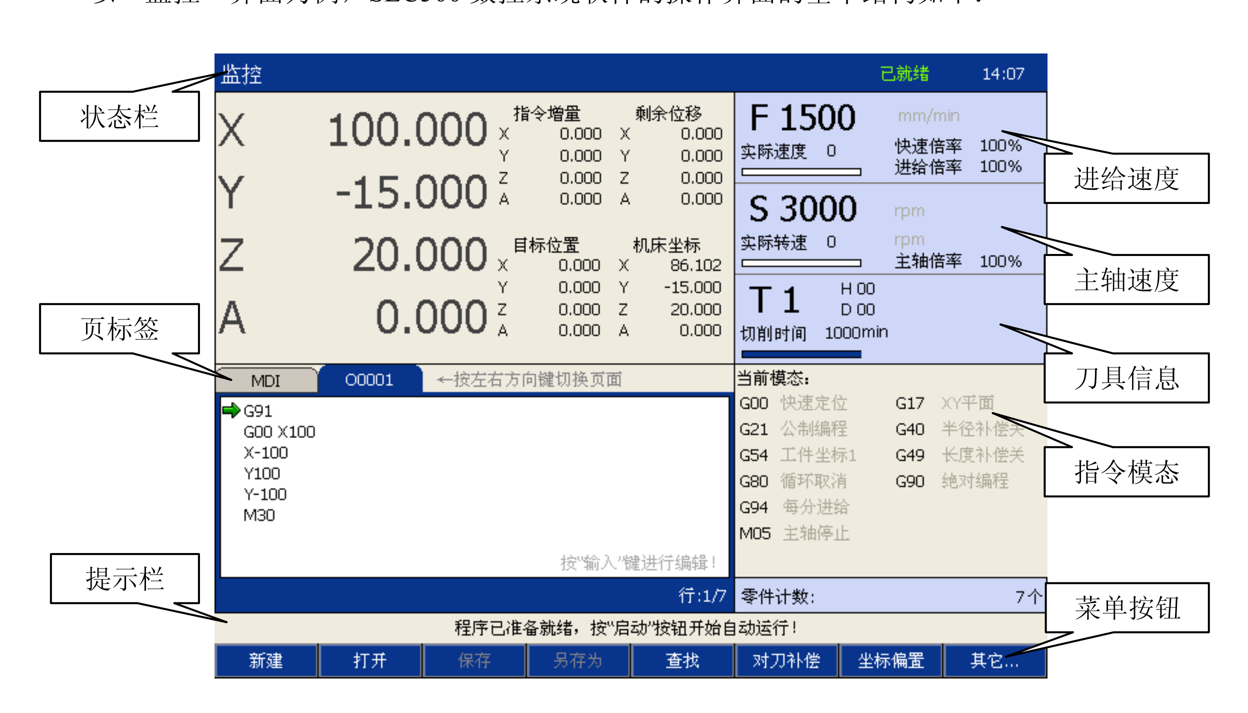
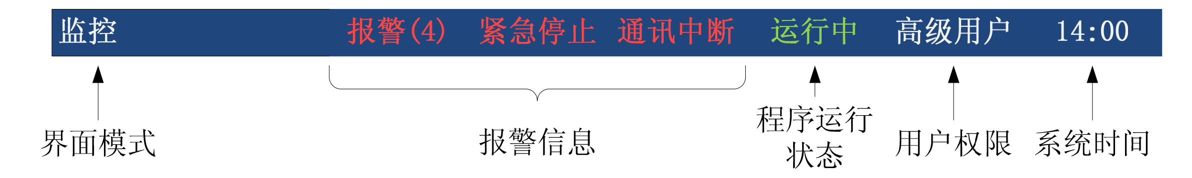


图 1-3“监控”界面

1.3.1 状态栏

状态栏位于屏幕的顶端，主要用于显示数控系统的界面模式、报警信息、运行状态、用户权限和系统时间等信息。



“界面模式”即操作界面的名称，包括上面提到的“监控”、“参数”、“文件”、“诊断”、“信息”、“PLC”、“帮助”等。

“报警信息”主要包括两种：一种是系统的基本报警，如“紧急停止”、“通讯中断”、“X正（负）限位”等，这类报警的内容会直接以文字标签显示在状态栏上。还有一种是与机床相关的报警，这类报警的内容通常是由用户自定义的，并通过 PLC 程序触发。对于这类报警，在状态栏中只显示报警的数量，而不会显示具体内容。如：“报警（4）”即表示有 4 项报警。具体的报警内容可以在“信息”界面中查看（参见 10 报警与信息）。

“运行状态”表示数控 G 代码程序的运行状态，包括“已就绪”、“运行中”、“暂停中”、“等待中”和“已终止”几种情况。一个数控程序被正确载入，并且相关的运行条件都已具备时，即进入“已就绪”状态；程序启动后即进入“运行中”状态；按下暂停按钮，即显示为“暂停中”状态；程序在执行 M、S、T 或 G04 指令期间，会显示为“等待中”状态；程序执行到末尾或者遇到 M02 指令，即进入“已终止”状态。

“用户权限”表示用户通过输入密码所获得的系统访问权限。本系统的权限分为“普通用户”、“高级用户”、“管理员”和“超级用户”四种。如果当前权限为“高级用户”、“管理员”和“超级用户”时，状态栏中会显示相关的状态标签。关于切换“用户权限”的操作，请参阅本章第 1.5 节。

“系统时间”用于显示系统当前的时间，格式为“小时:分钟”。关于调整“系统时间”的方法，请参阅“10.4.1 节”。

1.3.2 页标签

SEC500 数控系统软件的许多操作界面，如“监控”、“文件”、“参数”、“诊断”、“帮助”等，都包含了多个页标签（见图 1-3）。使用键盘上的方向键“←”或“→”可以快速地切换标签页面的内容。

例如在“监控”界面中，通过页标签可以切换查看“MDI”程序或另一个所打开的数控程序的内容；在“文件”界面中，通过页标签可以切换系统文件清单或 U 盘文件清单；在“参数”界面中，通过页标签可以切换查看不同类别的参数列表。

1.3.3 提示栏和菜单按钮

“提示栏”和“菜单按钮”显示于屏幕的底端，它们是数控系统与操作者之间沟通的重要窗口。“提示栏”通常会在各种操作模式下显示丰富的信息，提示用户如何进行操作以及反馈各种报警信息。而菜单按钮则用于提供可选择的操作。

菜单栏中的某些按钮，在某些情况下会呈现灰暗的状态，这表示此时相应的操作是被禁止的。例如一个数控程序处于非编辑状态时，“保存”按钮就处于灰暗状态（见图 1-3），因为此时程序没有被修改，不需要被保存。

1.4 菜单结构

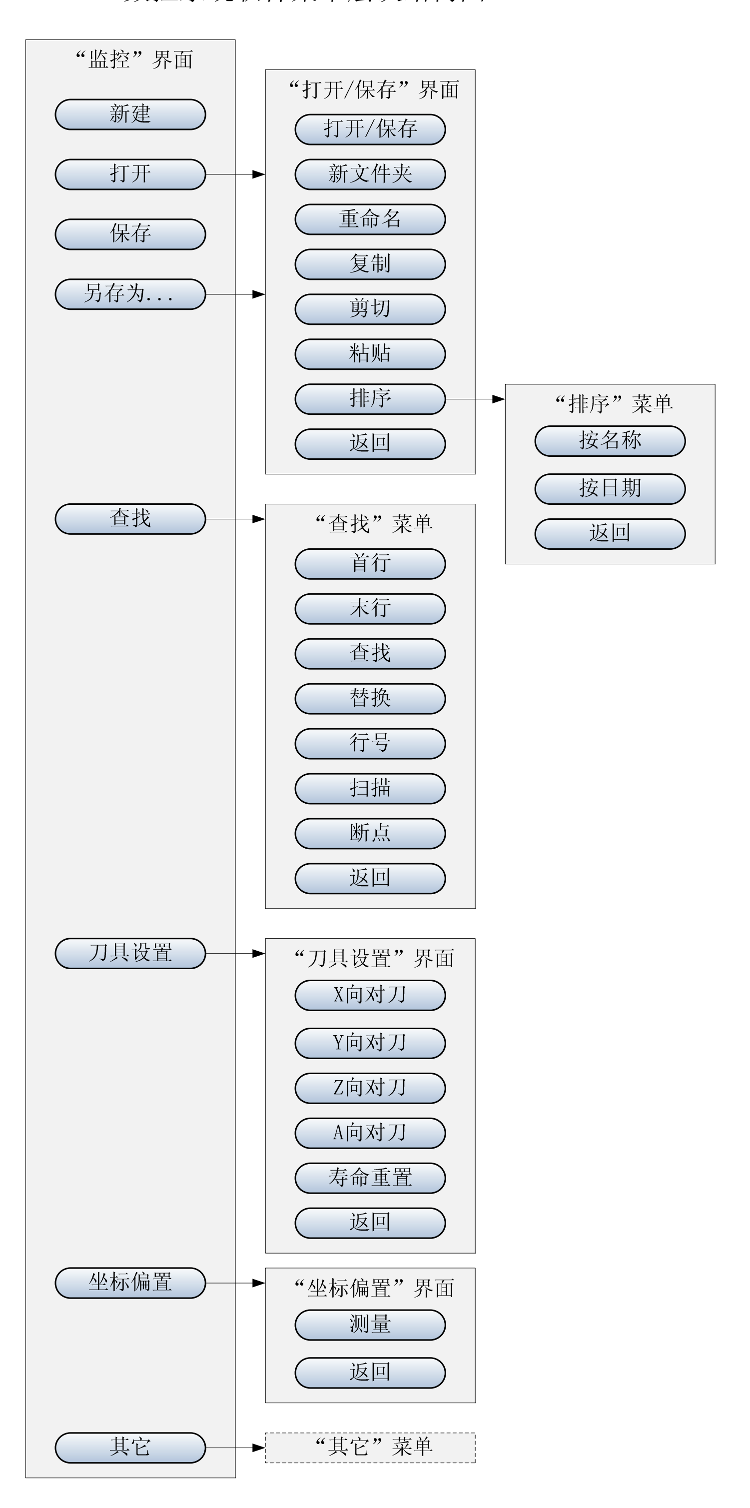
SEC500 数控系统软件的菜单采用了多层次的结构。某些菜单按钮，如“打开”、“查找”和“其它…”等被按下后，菜单就会切换到下一层，直到按下“返回”，才会回到上一层菜单。

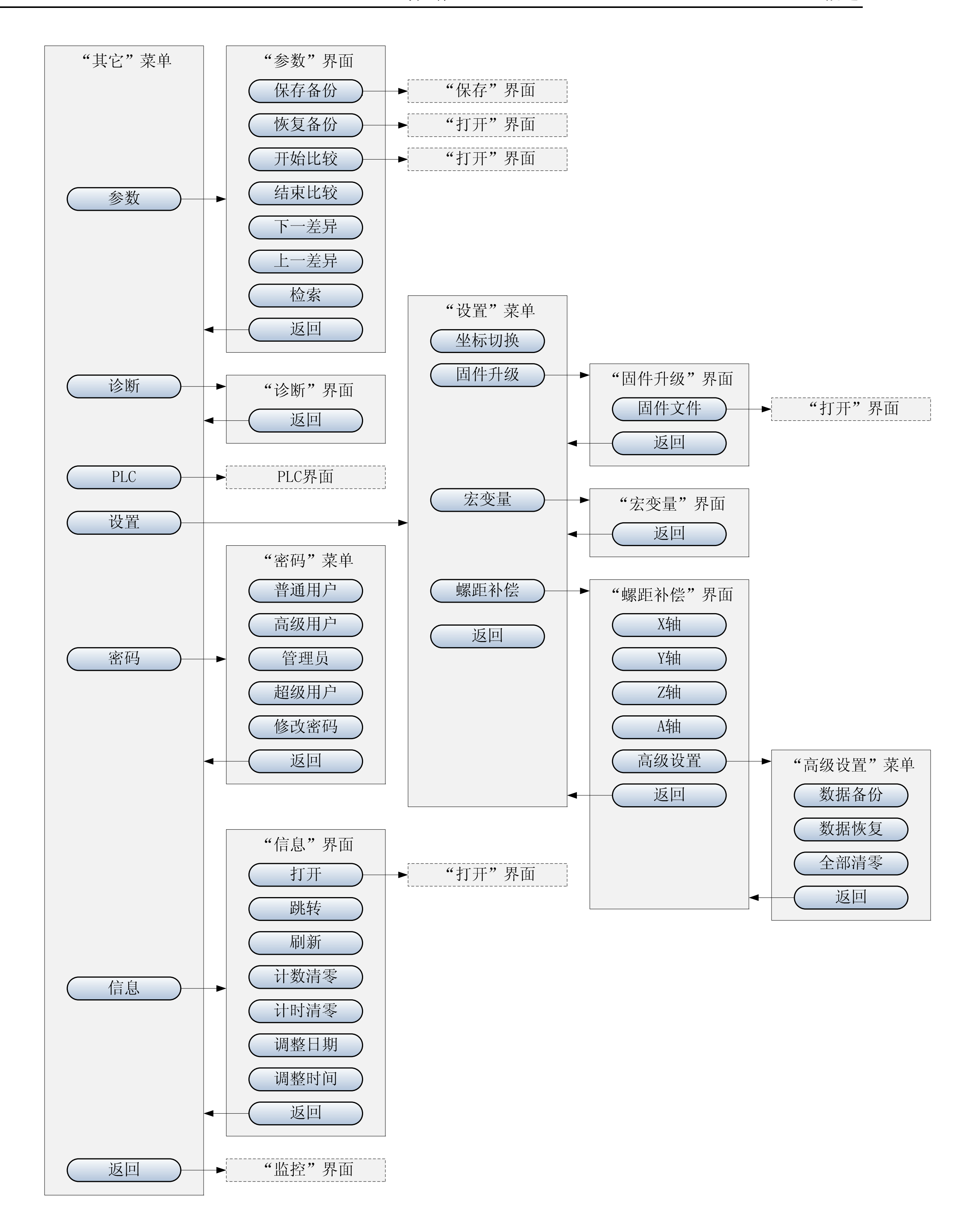
本手册中使用符号“→”连接菜单项表示菜单按钮的操作途径。例如：“其它→PLC”表示“其它”菜单中的“PLC”按钮。

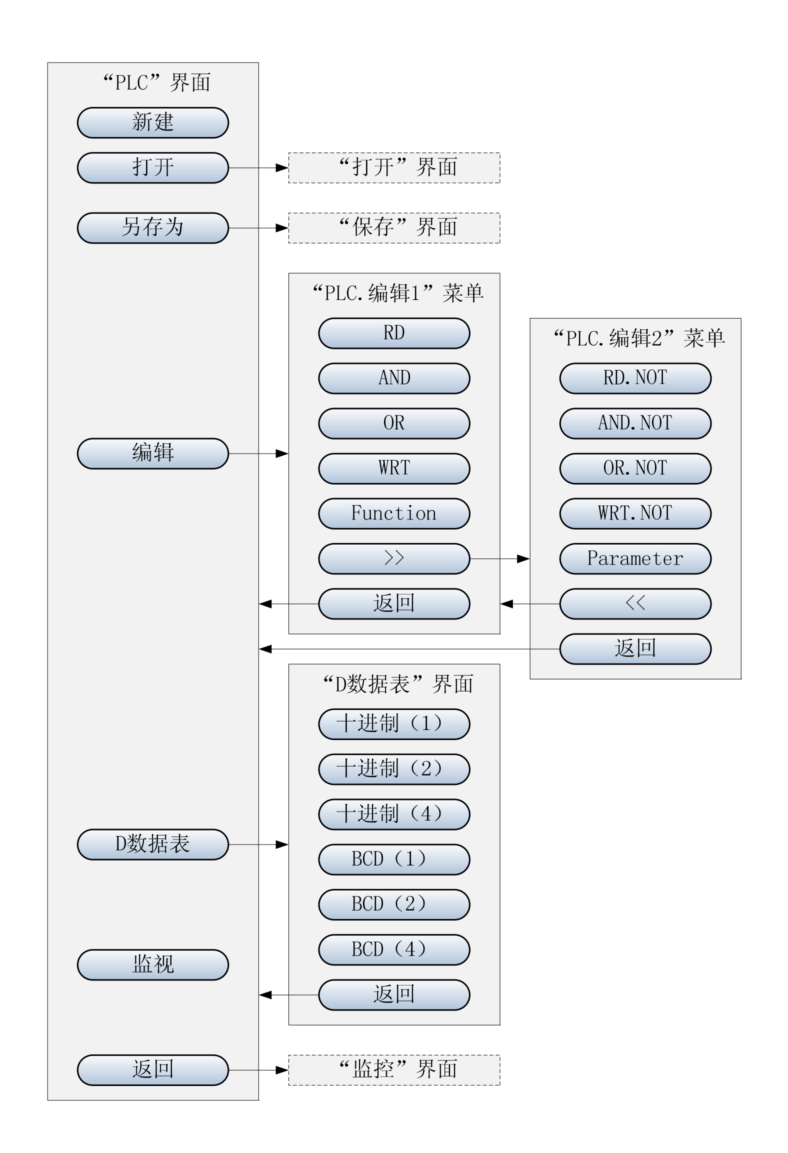
参数	诊断	PLC	设置		密码	信息	返回

图 1-4“其它…”菜单按钮

SEC500 数控系统软件菜单层次结构图：




“其它”菜单
参数
诊断
PLC
设置
密码
信息
返回
“参数”界面
保存备份
恢复备份
开始比较
结束比较
下一差异
上一差异
检索
返回
“保存”界面
“打开”界面
“打开”界面
“诊断”界面
返回
PLC界面
“密码”菜单
普通用户
高级用户
管理员
超级用户
修改密码
返回
“信息”界面
打开
跳转
刷新
计数清零
计时清零
调整日期
调整时间
返回
“打开”界面
“监控”界面
“设置”菜单
坐标切换
固件升级
宏变量
螺距补偿
返回
“固件升级”界面
固件文件
返回
“打开”界面
“宏变量”界面
返回
“螺距补偿”界面
X轴
Y轴
Z轴
A轴
高级设置
返回
“高级设置”菜单
数据备份
数据恢复
全部清零
返回



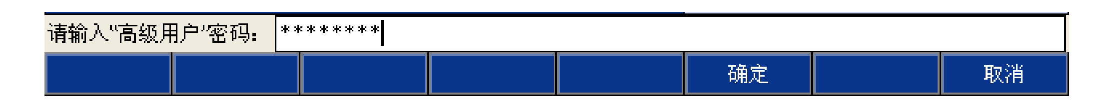
1.5 用户权限

SEC500 数控系统拥有四级用户权限，用于对系统的操作和参数提供多重的保护。如果菜单按钮被禁用或者某些参数无法修改，有可能是因为权限不够（提示栏通常会显示相关的信息）。此时，可以通过"其它→密码"菜单来输入密码和切换用户权限。



按下"其它→密码"菜单按钮后，菜单栏中依次会显示"普通用户"、"高级用户"、"管理员"和"超级用户"几个菜单按钮，分别代表四种不同的用户权限。其中"普通用户"的权限最低，"超级用户"的权限最高。

如果是从低级权限切换为高级权限，就需要输入对应级别的密码。例如当前用户权限为"普通用户"，当按下"高级用户"菜单按钮时，提示栏即会要求输入"高级用户"密码。



如果是从高级权限切换为低级权限则不需要输入密码。例如当前用户权限为“高级用户”，按下“普通用户”菜单按钮后，用户权限即被切换为“普通用户”。由于“普通用户”是最低级权限，因此从其他用户切换为“普通用户”不需要输入密码。

按下“修改密码”菜单按钮，可以修改当前用户权限的密码。

如果“高级用户”密码不慎遗失，则可以通过输入“管理员”用户密码，首先切换为“管理员”，然后再利用从较高权限切换为较低权限不需要输入密码的特性，切换回“高级用户”，修改和重新设置“高级用户”密码。

如果“管理员”密码不慎遗失，则可以通过切换为“超级用户”，再切换回“管理员”权限，重新修改和设置“管理员”密码。

“超级用户”是一种特殊的用户权限。它的主要用途就是重新设置遗失的“管理员”密码。因此“超级用户”密码是随机的而不是固定的。按下“超级用户”菜单按钮时，系统会提示一个“序列号”。用户须将这个“序列号”通过电子邮件或短信等途径提供给系统供应商。系统供应商则会根据这个“序列号”反馈一个密码，使用这个密码即可登录为“超级用户”。这个密码在成功登录为“超级用户”后即会自动失效，下次再登录为“超级用户”时需要重新申请一个新的密码。

1.6 操作面板

SEC500 数控系统可以与市场上的多款操作面板配合使用。不同的操作面板在功能上大同小异。下面分别介绍两款典型的操作面板：

1.6.1 KT920-S01M 铣床数控系统操作面板

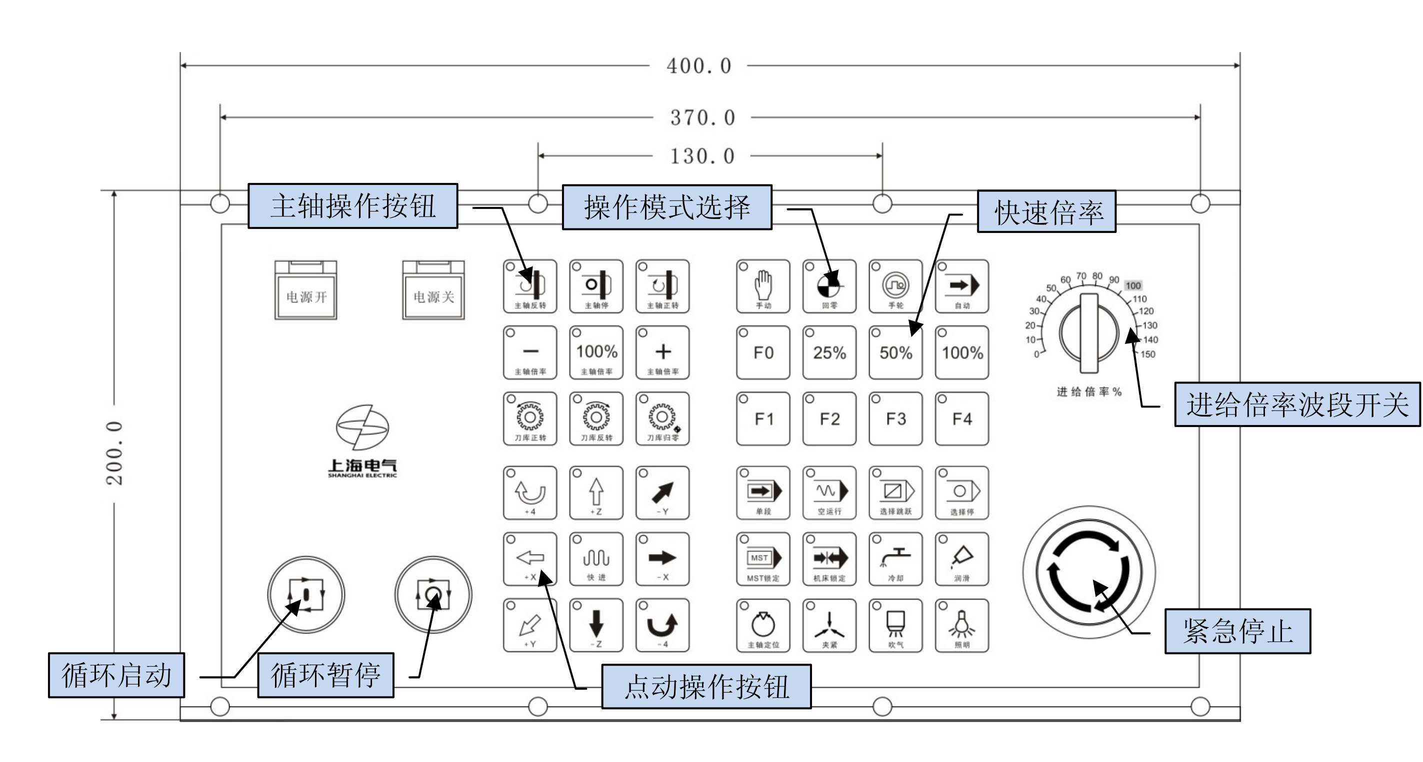


图 1-5 KT920-S01M 铣床数控系统操作面板

按钮	功能
循环启动	用于启动执行数控程序（数控程序必须处于“已就绪”状态时该按钮才有效）。
循环暂停	使数控程序进入暂停状态。
紧急停止	在紧急情况下，按下该按钮可以立即终止机床的运动。
进给倍率	调节机床手动或自动方式下的移动速度。
主轴正转、主轴反转、主轴停	控制主轴的旋转。
主轴倍率+	在不用 S 指令修改主轴转速的条件下提高主轴的转速。
主轴倍率 100%	使主轴的转速恢复为程序中所设定的值。
主轴倍率-	在不用 S 指令修改主轴转速的条件下降低主轴的转速。
手动	选择“手动”操作模式。 该模式下允许使用“X+”、“X-”等点动操作按钮控制机床的移动。
回零	选择“回零”操作模式。 该模式下通过“X+”、“Y+”、“Z+”等按钮选择一个轴方向后即可执行回零操作。
手轮	选择“手轮”操作模式。 该模式下允许使用手摇脉冲发生器（即“手轮”）控制机床的移动。
自动	选择“自动”操作模式。 该模式下允许执行所打开的数控程序文件或执行用户所输入的 MDI 程序。
点动按钮 +X、-X、+Y、-Y、+Z、-Z、+4、-4	在“手动”操作模式下这些按钮用于控制机床沿某一方向移动。 在“回零”操作模式下这些按钮用于执行回零操作。
快进	该按钮在被按下的同时操作点动按钮，机床会以“手动快进速度”移动。
F0 25% 50% 100%	在“自动”操作模式下，这些按钮用于选择执行 G00 指令时的速度倍率。
单段	该按钮用于开启或关闭数控程序的“单段”运行模式。即每次按下启动按钮仅执行一行程序指令。
空运行	该按钮用于开启或关闭数控程序的“空运行”模式。 该方式下，数控程序执行时会忽略数控程序中的 F 指令，并以预先设定的“空运行速度”运行。 该运行模式通常用于在正式切削工件之前验证程序的正确性。
选择跳跃	该按钮用于开启或关闭数控程序的“选择跳跃”运行模式。 该方式下，数控程序执行时会忽略数控程序中以双斜杠“//”或单斜杠“/”+数字 1-9（如/1）开头的指令行。
选择停	该按钮用于开启或关闭数控程序的“选择停”运行模式。 该方式下，数控程序遇到 M01 指令时，会自动进入暂停状态。
机床锁定	该按钮用于设置机床的锁定运行模式。 机床在锁定状态下，程序仍然可以被执行，坐标显示也依然会变化。只是机床实际不会运动。当机床锁定状态被撤销时，坐标位置会自动恢复锁定之前的状态。
MST 锁定	该状态被设置时，数控程序执行时会忽略程序中的 M、S 和 T 指令（M02、M20、M30、M98、M99 指令不会被忽略）。

1.6.2 KT920-M4 铣床操作面板

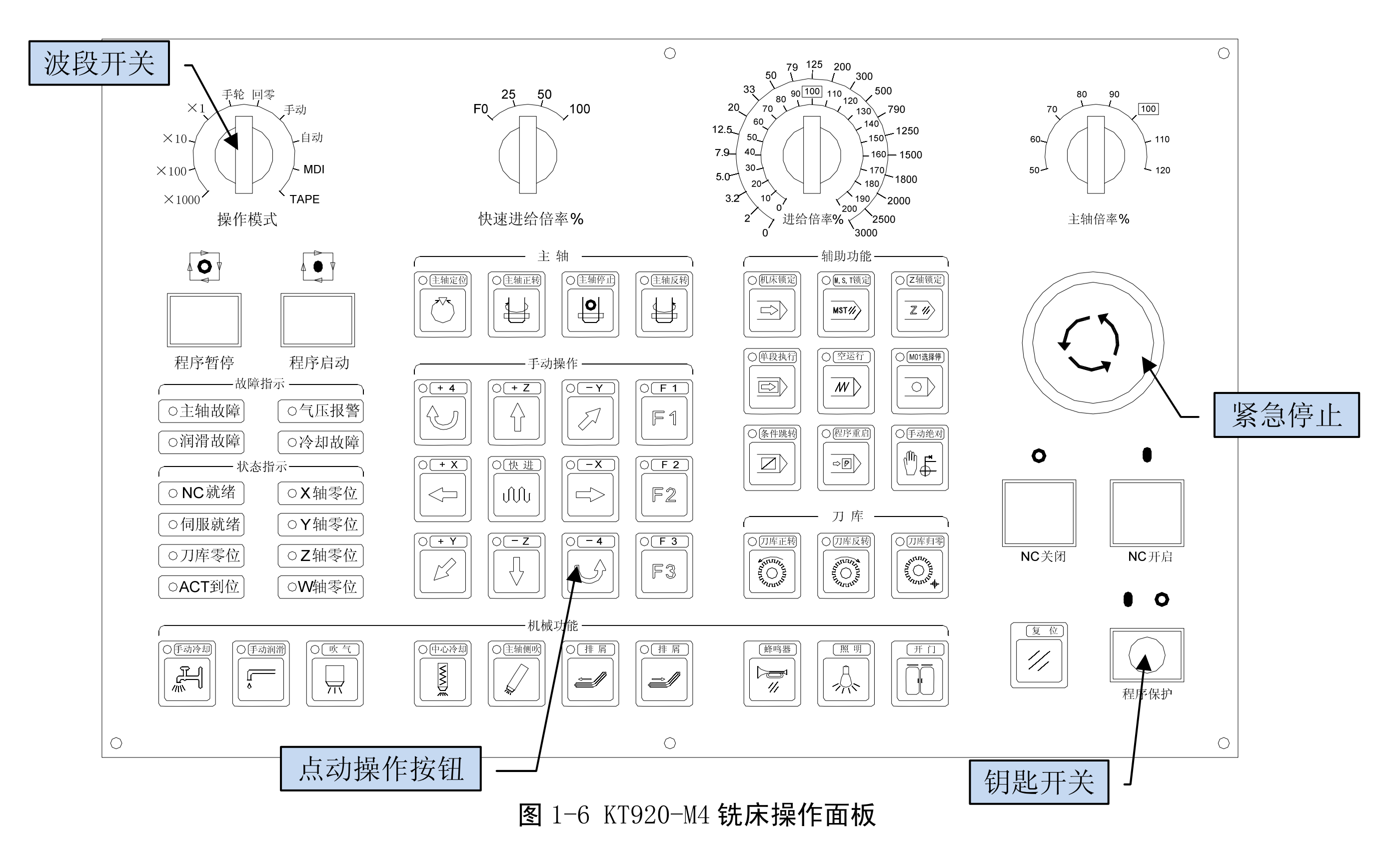


图 1-6 KT920-M4 铣床操作面板

按钮	功能
程序启动	用于启动执行数控程序（数控程序必须处于“已就绪”状态时该按钮才有效）。
程序暂停	使数控程序进入暂停状态。
紧急停止	在紧急情况下，按下该按钮可以立即终止机床的运动。
NC 开启	开启 SEC500 数控系统。
复位	可以终止数控程序的运行，使其恢复到初始状态。在机床故障解除后，按“复位”键可以退出紧急停止状态，恢复电机的使能，使电机处于受控状态。
“操作模式”波段开关	选择数控系统的操作模式： “X1..X1000”模式下使用点动操作按钮可以控制机床增量移动； “手轮”模式下使用手摇脉冲发生器可以控制机床的移动； “回零”模式下通过点动操作按钮可以启动执行回零操作； “手动”模式下使用点动操作按钮可以控制机床连续移动； “自动”模式下可以执行所打开的数控程序文件； “MDI”模式下可以执行用户所输入的 MDI 程序。
“快速进给倍率” 波段开关	调整 G00 快速进给速度
“进给倍率”波	调整进给速度

段开关	
“主轴倍率”波段开关	调节主轴的转速，例如： 当倍率为 100%时，主轴转速与 S 指令值一致； 当倍率为 120%时，主轴转速为 S 指令值的 1.2 倍； 当倍率为 0%时，主轴停止；
主轴正转、主轴反转、主轴停止	控制主轴的旋转。
点动按钮 +X、-X、+Y、-Y、+Z、-Z、+4、-4	在“手动”操作模式下，这些按钮用于控制机床沿某一方向移动。 在“回零”操作模式下，部分按钮用于执行回零操作。
快进	该按钮在被按下的同时操作点动按钮，机床会以“手动快进速度”移动。
机床锁定	用于设置机床的锁定运行模式。 机床在锁定状态下，程序仍然可以被执行，坐标显示也依然会变化。只是机床实际不会运动。当机床锁定状态被撤销时，坐标位置会自动恢复锁定之前的状态。
MST 锁定	该状态被设置时，数控程序执行时会忽略程序中的 M、S 和 T 指令（M02、M20、M30、M98、M99 指令不会被忽略）。
单段执行	用于开启或关闭数控程序的“单段”运行模式。即每次按下启动按钮仅执行一行程序指令。
空运行	该按钮用于开启或关闭数控程序的“空运行”模式。 该方式下，数控程序执行时会忽略数控程序中的 F 指令，并以预先设定的“空运行速度”运行。 该运行模式通常用于在正式切削工件之前验证程序的正确性。
M01 选择停	用于开启或关闭数控程序的“选择停”运行模式。 该方式下，数控程序遇到 M01 指令时，会自动进入暂停状态。
条件跳转	用于开启或关闭数控程序的“条件跳转”运行模式。 该方式下，数控程序执行时会忽略数控程序中以双斜杠“//” 或单斜杠“/”+数字 1-9（如/1）开头的指令行。

2 基本操作

2.1 开机

系统上电前，应检查机床状态是否正常：移除位于工作台、主轴、卡盘等机床部件上不必要的工具和杂物；关闭机床护门；穿好工作服；佩带好必要的防护装置。

接通电源后，系统将建立通讯并进行初始化。启动过程需要约三十秒，请耐心等待。在系统完全启动完毕之前，请不要操作机床和数控系统。



图 2-1 系统开机画面

2.2 关机

在关闭机床电源之前，请先关闭数控系统的电源。避免由于机床电源切断时产生的电流冲击损坏数控系统。

在关闭系统之前，请先移动刀具，使其远离工件，避免断电后机床因为失电而导致部件滑落，损坏工件。

2.3 复位

“复位”键在系统键盘的右下角。按“复位”键，可以终止数控程序的运行，使其恢复到初始状态。在机床故障解除后，按“复位”键可以退出紧急停止状态，恢复电机的使能，使电机处于受控状态。

2.4 紧急停止

在加工过程中，由于用户编程或操作不当等原因，出现意外情况时，应立即按下机床上的“紧急停止”按钮。

只要机床的机械、电气系统和PLC逻辑设计合理，“紧急停止”按钮按下后可以终止一切不受控的机床运动，并且可以禁止对机床的任何操作。

待排除故障后，即可释放急停按钮（通常是沿顺时针方向旋转按钮，按钮即可自动弹起）。

此时，必须再按一次“复位”键，系统才能够解除“紧急停止”状态，恢复机床工作。

2.5 手动操作

手动操作分为“连续进给”和“增量进给”两种方式：

2.5.1 连续进给

执行手动“连续进给”首先要进入“连续进给”方式。对于 KT920-S01M 铣床操作面板，按下“手动”操作模式按钮，即进入了“连续进给”方式。而对于 KT920-M4 铣床操作面板，将操作模式波段开关拨转至“手动”档，即可进入“连续进给”方式。

在手动“连续进给”方式下，按下点动操作按钮“+X”、“-X”、“+Y”、“-Y”、“+Z”、“-Z”“+4”或“-4”，机床就会沿对应的方向移动，直到放开按钮，移动才会停止。

2.5.2 增量进给

执行手动“增量进给”首先要进入“增量进给”方式。对于 KT920-S01M 铣床操作面板，按下“手动”操作模式按钮，再选择操作面板上的步进增量按钮：“0.001”、“0.01”、“0.1”或“1”，即可进入“增量进给”方式；而对于 KT920-M4 铣床操作面板，将操作模式波段开关拨转至“X1”、“X10”、“X100”或“X1000”档，即可进入“增量进给”模式。

在手动“增量进给”方式下，每按一下点动操作按钮“+X”、“-X”、“+Y”、“-Y”、“+Z”、“-Z”“+4”或“-4”，机床就会沿对应的方向移动一个固定的距离。如果选择步进增量为 0.001 时，每次的移动距离即 0.001 毫米；选择步进增量为 0.01 时，每次的移动距离即 0.01 毫米。

2.5.3 速度调节

手动连续进给速度由“手动速度”参数指定，并可由操作面板上的“进给倍率”波段开关进行调节。

在按下点动按钮时，如果同时也按下了操作面板上的“快速进给”按钮，则机床将按“手动快进速度”参数指定的速度移动。

2.6 回零

对于安装有回零开关的机床，在每次开机后，必须执行一次回零操作，以校正机床坐标系的原点位置。该操作的意义至少有以下两点：

1) 软件限位保护功能仅在回参考点操作成功后才会有效；

2) 对刀操作如果是在回参考点操作成功执行后完成的，那么机床断电后只要再执行一次回参考点操作即可立即继续断电前未完成的加工任务并保证较高的重复定位精度，无需再重复对刀。

如果系统启动后还没有执行回零操作，那么在坐标显示区域会出现闪烁的圆形图标，如图 2-2 所示。回零完成后，该图标即会消失。

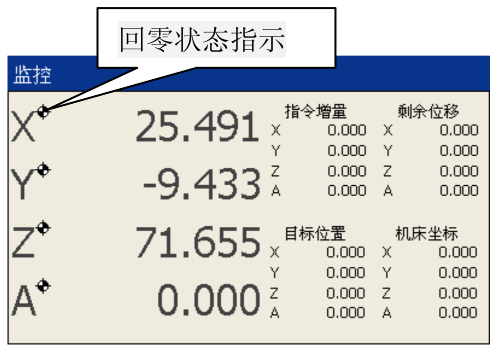


图 2-2 回零状态指示

回零操作的执行步骤如下：

1) 针对 KT920-S01M 铣床操作面板，按下一下“回零”操作模式按钮。
2) 按下操作面板上的点动按钮“+X”，“+Y”，“+Z”或“+4”，即可启动对应轴的回零过程。

2.7 手轮

“手轮”也被称为“手摇脉冲发生器”。在“手轮”操作模式下旋转手轮可以方便而精确地控制机床的移动。

轴选择开关：

当开关指向“X”、“Y”、“Z”、“4”时，可以通过控制盒下面的“手轮”分别控制 X 轴、Y 轴、Z 轴、A 轴的移动。

手轮：

顺时针或逆时针旋转手轮，可以控制所选轴正向或反向移动。

脉冲当量选择开关：

这个开关用于设置手轮每旋转一格，机床对应的移动距离：

X1 对应于 0.001 毫米

X10 对应于 0.01 毫米

X100 对应于 0.1 毫米

图 2-3 手轮控制盒

针对 KT920-S01M 铣床操作面板，按下“手轮”操作模式按钮，“手轮”操作模式即被激活；

在“手轮”操作模式下，手轮每转一格，选定轴即向指定的方向移动一个固定的距离。当

选择脉冲当量为“X1”时，手轮每转一格，对应的移动量为 0.001 毫米；当选择脉冲当量为“X10”时，手轮每转一格，对应的移动量会放大 10 倍，即 0.01 毫米；当选择脉冲当量为“X100”时，手轮每转一格，对应的移动量会放大 100 倍，即 0.1 毫米；

2.8 MDI

“MDI”页面用于创建、输入和执行一段新的零件程序段，这是进行加工调试的重要手段之一。

在“监控”界面下，可以通过键盘上的左右方向键“←”或“→”使“MDI”页标签处于蓝色高亮状态。此时，按下“输入”键即可进入 MDI 编辑状态。或者按下菜单上的“新建”按钮，也可以直接进入 MDI 编辑状态。

在 MDI 编辑状态下可以输入和编辑程序指令。如图 2-4 所示。

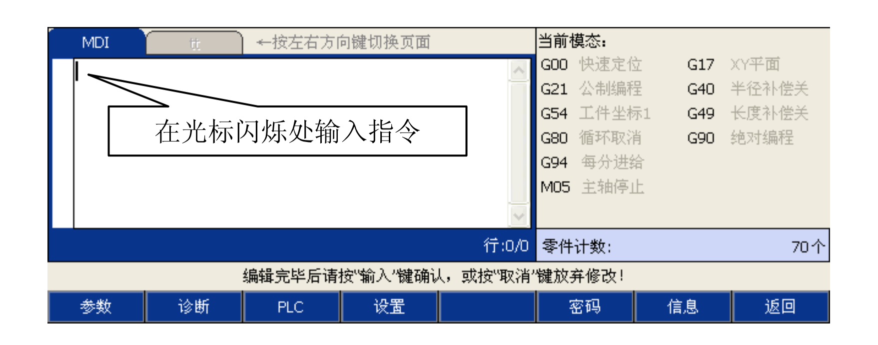


图 2-4 MDI 模式下编辑程序

输入过程中按“回车”键可以实现多行指令输入。输入完毕后再按一次“输入”键即可退出“编辑”状态。如果所输入的内容没有错误，并且已选择了正确的操作模式，系统界面右上角的状态就会显示为“已就绪”。此时，按下操作面板上的“启动”按钮即可执行所输入的程序。

对于 KT920-S01 铣床操作面板，执行 MDI 程序必须按下“自动”按钮，激活“自动”操作模式。



提示

如果系统无法进入“已就绪”状态或程序无法执行，请留意信息栏上的相关提示信息。

常用的 MDI 程序指令：

指令	含义
X10Z10	以 G00 快速定位方式移动到坐标位置 X10 Z10。
G01 X100 F600	以 600mm/min 的速度，使 X 轴定位到坐标位置 100。
S600 M03	以 600rpm 的速度启动主轴正转
M05	停止主轴转动

2.9 对刀

所谓“对刀”就是精确测量刀具的切削面相对于被切削零件表面的位置关系，并根据所测量的结果设置偏移参数，从而完成对工件坐标进行补偿和修正的过程。

只有完成了“对刀”操作并保证足够的精度，才能够开始零件加工。否则程序执行时，刀具很有可能无法接触到工件或者产生碰撞和过切，导致刀具或工件的损坏。

最常用的对刀方法是“试切法对刀”。具体方法如下：

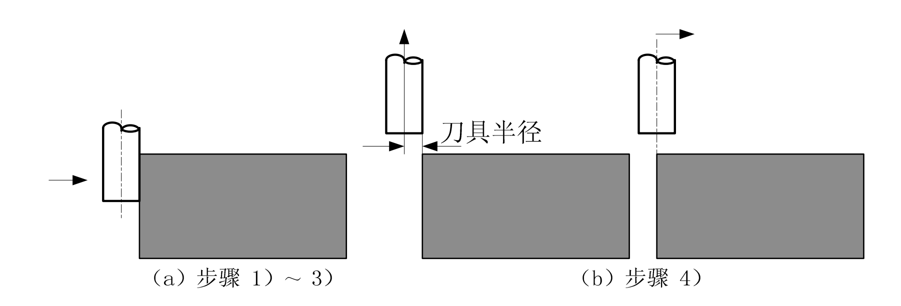


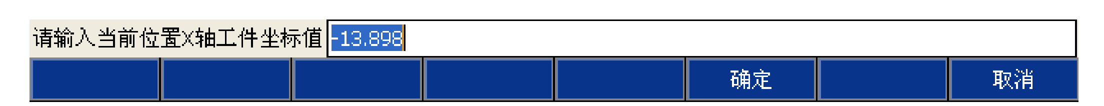
图 2-5 试切法对刀

其操作步骤为:

1) 将所用铣刀装到主轴上，使主轴中速旋转；
2) 在手动模式下使用点动或手轮操作移动铣刀靠近被测边，直到铣刀周刃轻微接触到工件表面；
3) 将铣刀沿 Z 轴正方向退离工件，并向工件方向移动刀具半径的距离；
4) 若当前位置作为工件坐标系 X 轴原点，将当前机床坐标值输入到机床对应的工件坐标系存储地址中；
5) 沿 Y 轴方向重复以上操作，完成 Y 轴对刀；
6) 手动移动铣刀沿 Z 轴负方向接近工件表面，直到铣刀低面轻微接触到工件表面；
7) 记下当前机床坐标系中的 Z 轴坐标值，将该值输入到机床对应的工件坐标系存储地址中。

有两种方法可以对当前的工件坐标进行修正：

方法一：在监控界面下按字母键“X”，提示栏会出现一个输入框，提示输入对刀位置的 X 轴工件坐标值。在输入框中输入完毕后按“回车”键确认。此时，X 轴的工件坐标即被更新为所输入的数值。按下字母键“Y”、“Z”或“A”可分别对 Y、Z、A 轴进行对刀。



方法二：在“坐标偏置”界面中，选择所要设定的工件坐标系（G54..G59）偏置，按下“测量”按钮，在提示栏的输入框中输入对刀位置的 X 轴工件坐标值。输入完毕后按“回车”键确认。此时，X 轴的工件坐标即被更新为所输入的数值（参见 7 “坐标偏置设置”）。

3 程序编辑

在 SEC500 数控系统上所编辑和运行的数控程序主要分为两类：

一类是新创建的并且通过键盘输入的程序，通常称之为“MDI 程序”；MDI 程序是一个尚未被保存的临时程序；

另一类则是保存在系统内存或 USB 闪存盘中的程序，此类程序已经被保存为文件，因此可以称之为“文件程序”。

MDI 程序会显示在监控界面位于左侧的页标签中，页面的名字就是“MDI”；而从系统内存或 USB 闪存盘中所打开的程序通常位于 MDI 页标签的右侧，页标签上显示的名字就是文件的名称（不包含文件的后缀名）。

3.1 新建程序

在“监控”界面下，按“新建”菜单按钮，MDI 页标签会被激活，光标会在文本编辑区域闪烁。此时即可以输入新程序的内容。

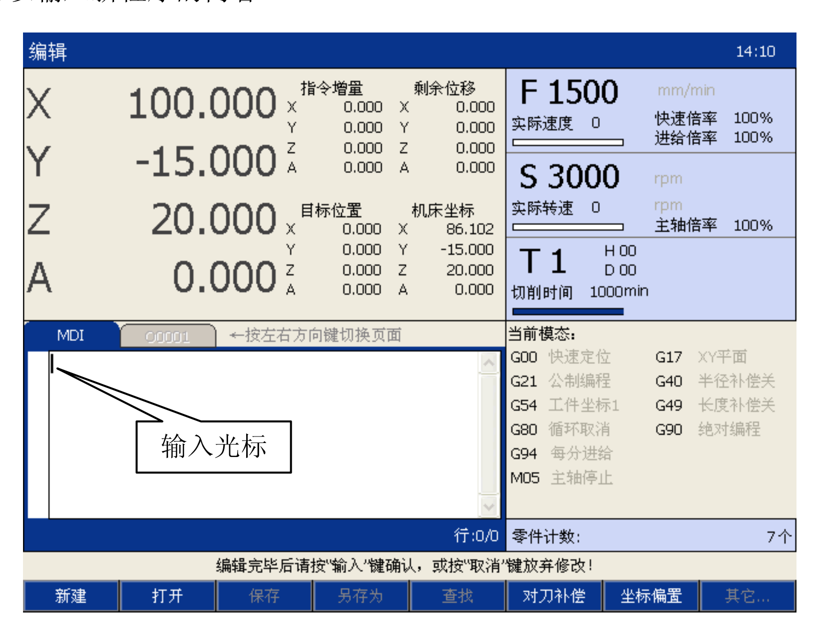


图 3-1 新建程序

程序输入完毕后按“另存为”菜单按钮，输入一个新的文件名并按保存按钮，即可将所创建的新程序保存下来。MDI 程序一旦被保存后，就会成为“文件程序”，并出现在 MDI 页标签右侧的一个新的页标签中。

3.2 打开程序

在“监控”界面下，按“打开”菜单按钮进入“文件”界面（请参见第 1 章　9 “文件管理”），选择并打开一个程序后，在“MDI”页标签的右侧就会出现一个新的页标签，这个新的页面中所显示的内容即为所打开程序。

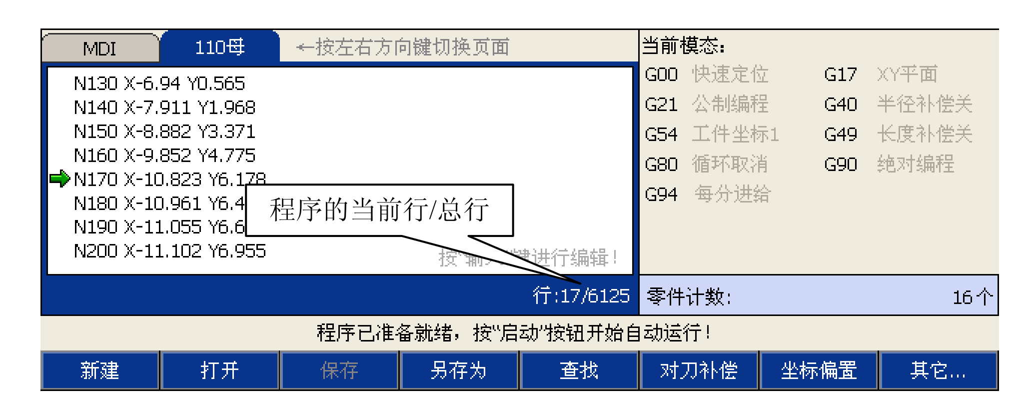


图 3-2 打开程序

SEC500 数控系统启动时，通常会自动打开最近一次运行过①的程序，并显示在 MDI 右侧的页标签中。

3.3 编辑程序

在 MDI 程序或文件程序页面中，按下“输入”键即可进入编辑状态。此时光标会在程序内容中闪烁。按下键盘所输入的字母或数字会被插入到光标所在位置。

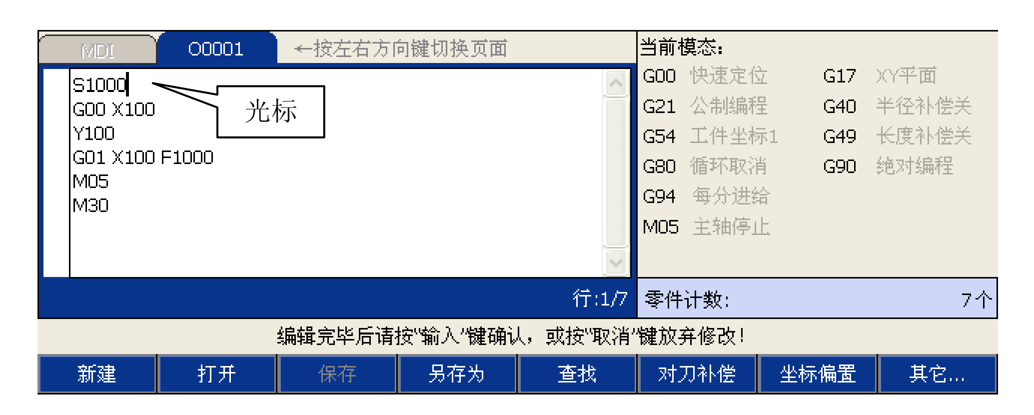


图 3-3 编辑状态



提示

1 编辑数控程序之前，必须通过输入密码，获得“高级用户”或“管理员”权限，或者打开操作面板上的“程序保护”钥匙开关。否则按“输入”键是无效的。

2 当程序大小超过 65535 个字节时，无法编辑。

① 注意：必须是打开并成功运行启动过至少一次的数控程序，才会在下次系统上电启动时被自动打开。

3.3.1 输入和编辑多行内容

一行指令输入完毕后，按“回车”键即可换行，输入下一行的内容。

当光标位于行尾时，按下“回车”键可以在当前行的后面插入一行空行。如果光标位于行首时，按下“回车”键即可以在当前行之前插入一行空行。如果光标位于一行的当中，那么按下“回车”键，光标后面的内容就会成为单独的一行，并位于当前行之后。

按下方向键可以在多行文本间向左、向右、向上或向下移动光标的位置。按“上页”或“下页”按钮可以使光标一次向上或向下移动数行。

3.3.2 文本的选择

同时按下“上档”键和方向键“←”或“→”，可以选中光标前面或后面的一个字符。

同时按下“上档”键和方向键“↑”或“↓”，可以选中当前光标至上一行或下一行相同位置间的所有字符。

如果光标恰好位于行首或行尾，那么同时按下“上档”键和方向键“↑”或“↓”，可以选择一整行的内容。如果在按下“上档”键的同时多次按下方向键“↑”或“↓”，则可以选择多行内容。

对于选中的文本，可以选择“删除”、“复制”或“剪切”操作（请参见下面两节的内容）。

3.3.3 文本的删除

按下“删除”键，可以删除光标后的一个字符，按下“后退”键，可以删除光标前的一个字符。“删除”和“后退”键还可以用于删除当前所选择的文本内容。

如果光标位于行尾，那么按下“删除”键可以使下一行的内容合并到当前行的末尾。如果光标位于行首，那么按下“回退”键后可以当前行的内容合并到上一行的末尾。

3.3.4 文本的复制、剪切和粘贴

当一个或多个字符处于选中状态时，同时按下“切换”键和字母键“U”，即可将所选的文本内容复制到剪贴板中；同时按下“切换”键和字母键“X”，即可将所选的文本内容剪切到剪贴板中，所选的文本内容会被删除。

如果剪贴板中已经存在被复制或被剪切的文本内容，那么同时按下“切换”键和字母键“V”，即可将剪贴板中的文本内容插入到当光标所在的位置。

上文中所提到的“剪贴板”是一个关于电脑操作的专业术语。所谓的“剪贴板”其实是在电脑内存中一块用于暂时存储信息的专门区域，它起到了“中转站”的作用。利用剪贴板可以

实现将一段文本内容从一个位置转移到另一个位置，或者在多个位置快速输入一段相同的文本内容。

示例：

```
Y100
G91
F1000
X100
M30
```

第一步：光标定位在第一行的行首；

```
Y100
G91
F1000
X100
M30
```

第二步：同时按下“上档”键和方向键“↓”使第一行的内容被选中；

```
G91
F1000
X100
M30
```

第三步：同时按下“切换”键和字母键“X”，使第一行的内容被剪切到剪贴板；

```
G91
F1000
X100
M30
```

第四步：按方向键移动光标到准备插入的位置；

```
G91
F1000
X100
Y100
M30
```

第五步：同时按下“切换”键和字母键“U”，所剪切的内容即被粘贴到光标位置。

```
G91
F1000
X100
Y100
Y100
M30
```

第六步：可以重复第四步至第五步的操作，将剪贴板中的内容复制到多个地方；

3.3.5 “撤销”操作

同时按下“切换”键和字母键“Z”可撤销上一次操作。

如果不慎删除了一大块文本，可以通过该操作恢复回来。但是“撤销”操作只能恢复最近的一次操作。如果文本删除后又执行了其它操作（如键入一个新字符），则无法再恢复被删除

的文本。

3.4 保存程序

程序在编辑过程中可以按“保存”菜单按钮保存正在编辑的程序内容（对于在 MDI 页面中所编辑的新建程序，“保存”按钮是被禁止的。此时要保存所编辑的程序内容必须通过“另存为”操作来为新建的程序指定一个文件名和存储位置）。“另存为”操作的主要目的是为了将当前所编辑的程序内容转存为一个新的文件。

按下“另存为”按钮后，系统进入文件保存界面。



图 3-4 **文件“另存为”**

此时可以执行以下步骤：

1) 首先，通过方向键“↑”或“↓”选择一个用于保存文件的目标文件夹并按“回车”键打开所选择的目标文件夹。如果不选择其它文件夹，那么文件就会保存在当前文件夹下。
2) 按“输入”键，提示栏会要求输入一个新的文件名。文件名输入完毕后按“保存”菜单按钮即可将所编辑的内容保存到所指定的文件中。
3) 如果所输入的文件名与当前目录下的另一个文件重名，那么提示栏会询问是否覆盖目标文件，此时，如果选择菜单按钮“确定”，那么原文件的内容将被当前所编辑的内容所覆盖。



图 3-5 文件命名冲突

3.5 退出编辑

输入完毕后按“输入”键即可退出“编辑”状态。退出编辑状态时，系统会自动保存所编辑的程序内容并进行语法检查。

如果所输入的程序内容正确无误，程序就会进入“已就绪”状态，等待启动执行。

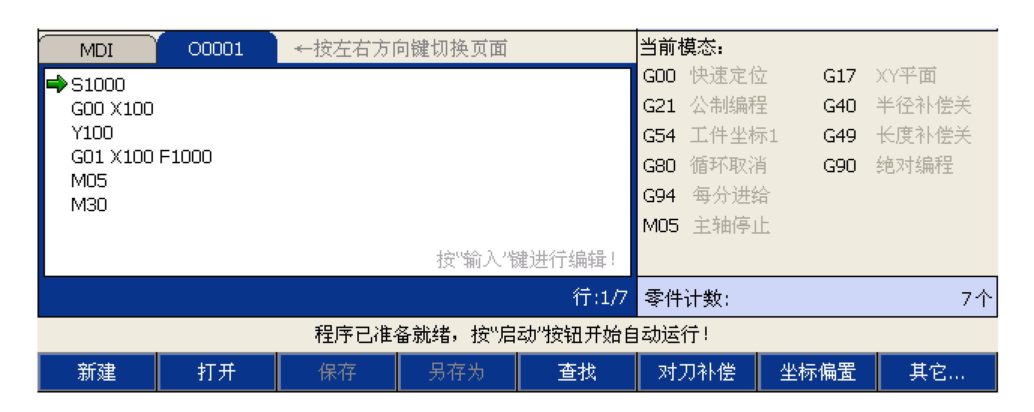


图 3-6 程序已就绪

如果所输入的程序内容中含有错误，程序左侧就会出现一个红色的箭头指向出错行，并且提示栏中会显示相关的错误信息。

在此状态下，按“输入”键可以重新进入编辑状态，对程序中错误进行修正。程序必须修改正确后才能够被执行。

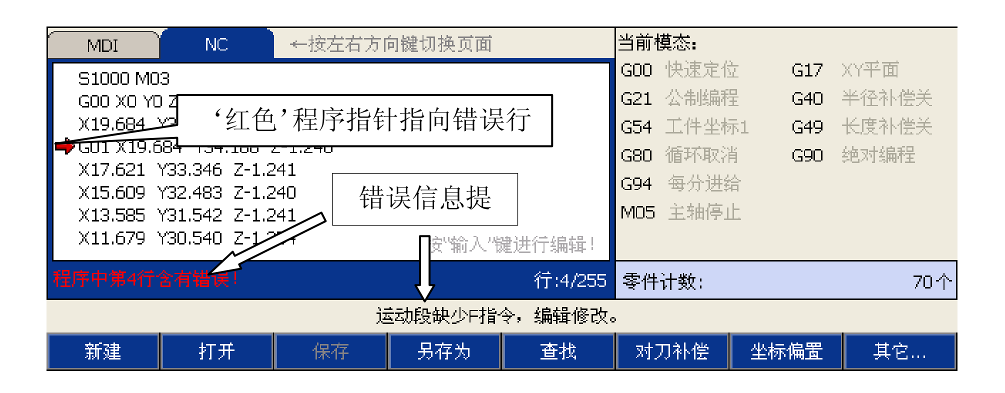


图 3-7 程序错误状态

如果输入完毕后按“取消”键，那么系统会在退出编辑状态的同时放弃先前对程序所做的一切修改。也就是说，如果程序编辑后不希望被保存，可以按“取消”键来恢复到程序原始的状态。

3.6 程序查找、定位与替换

在“监控”界面下，按“查找”按钮，系统菜单切换如图 3-8 所示。

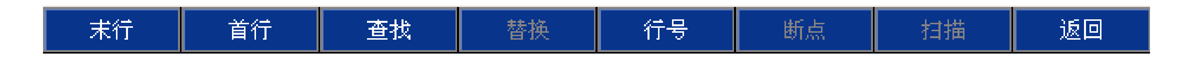


图 3-8 查找菜单

3.6.1 行号定位

在“查找”菜单下，按“首行”或“末行”菜单按钮，可以快速定位到程序的第一行或最后一行。



图 3-9 行号定位

按“行号”菜单，提示栏会要求输入一个行号，行号输入后按“输入”键，程序指针或光

标即会定位到对应的行。

3.6.2 查找与替换

在“查找”菜单下，按“查找”菜单按钮，提示栏会出现输入框（如图 3-10 所示），在输入框中可以输入要查找的文本内容。



图 3-10 查找

输入完毕后，按方向键“↑”或“↓”即可进行查找。被找到的文本内容处于高亮显示状态（如图 3-11 所示）。



图 3-11 输入查找内容

如果程序处于“编辑”状态，那么此时“替换”按钮会被激活。按“替换”按钮，并在所出现的输入框中输入要替换内容（如图 3-12 所示），再“输入”键，则当前被选中的内容就会被替换为输入框中的内容。

此时，按方向键“↑”或“↓”仍然可以继续进行查找，按“输入”键即可以将每一处找到的内容替换为输入框中的内容。

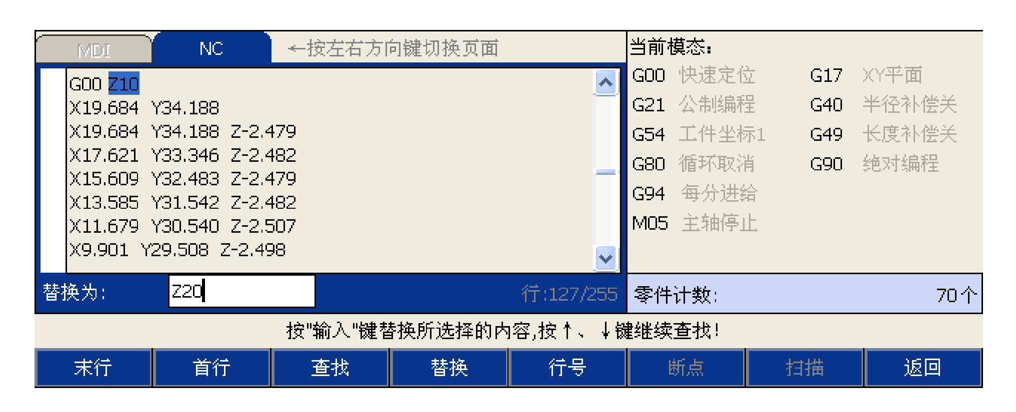


图 3-12 文本替换

4 自动运行

对于 KT920-S01M 铣床操作面板，按下“自动”按钮系统进入“自动”操作模式。可执行所打开的数控程序。

4.1 打开程序

在“监控”界面下，按“打开”菜单按钮进入“文件”界面，选择并打开一个程序后，在“MDI”页标签的右侧就会出现一个新的页标签，这个新的页面中所显示的内容即为所打开程序。

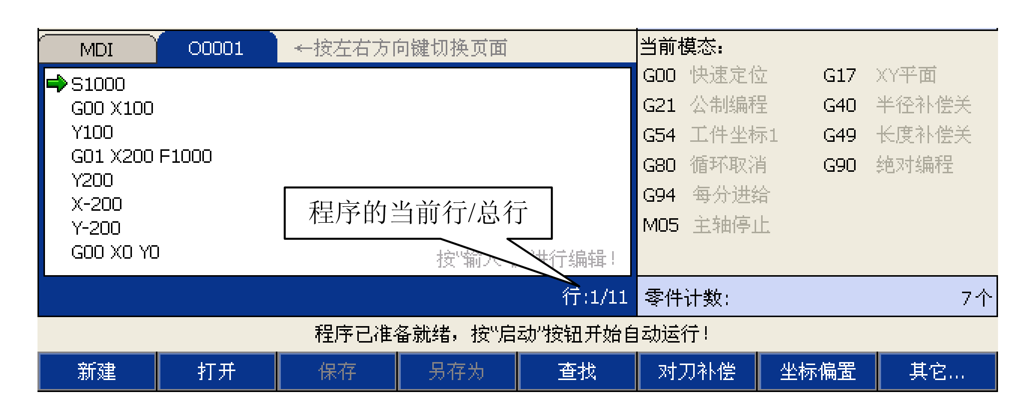


图 4-1 打开程序

SEC500 数控系统启动时，通常会自动打开最近一次运行过①的程序，并显示在 MDI 右侧的页标签中。

4.2 启动程序

打开或编辑完一个程序后，如果程序的内容没有错误②，程序会进入已就绪状态。此时，首先应通过操作面板切换到“自动”操作模式。

在程序启动之前应当再确认一下以下事项：

- 刀具和零件的装卡是否稳固可靠？
- 针对所加工的零件和所选择的刀具是否已完成了对刀操作？
- 快速定位速度、进给速度和切削用量的选择是否合适？
- 移除工作台上可能影响刀具移动的一切障碍物；
- 工具、量具等千万不要遗忘在机床的旋转部件上，避免甩落；

以上事项确认无误后按下操作面板上的“循环启动”按钮，程序即开始运行。

① 注意：必须是打开并成功运行启动过至少一次的数控程序，才会在下次系统上电启动时自动被打开。
② SEC500 系统会在数控程序打开时或在退出编辑时检查程序中的“语法错误”（例如“G01 缺少 F 指令”）。还有一些错误（例如“圆弧终点误差超过限制”）只有在程序运行期间才能够被检查出来，这类错误称为“运行时错误”。



图 4-2 程序“运行中”

如果按下“循环启动”按钮后，如果程序没有运行，则请注意提示栏上的信息提示。常见的原因包括：

- 机床尚未回零；
- 某一伺服电机处于报警状态；
- 某一运动方向处于限位位置；
- 液压、冷却、刀架等机床设备发生故障或尚未就绪；
- 程序的前几行中含有（运行时）错误；

4.3 暂停和终止

在程序运行期间按下“循环暂停”按钮，程序就会进入“暂停”状态。此时，再按下“循环启动”按钮可以使程序从暂停位置继续向下执行。

程序在“暂停”或“运行”状态下按键盘上的“复位”按钮，程序即会被终止，并返回初始的状态。如果再按下“循环启动”按钮，程序会从头开始运行。

4.4 程序运行状态

程序的运行状态包括“已就绪”、“运行中”、“等待中”、“暂停中”和“已终止”五种。这些状态会被显示在状态栏的右侧。图 4-3 描述了这几种状态之间转换的主要途径。

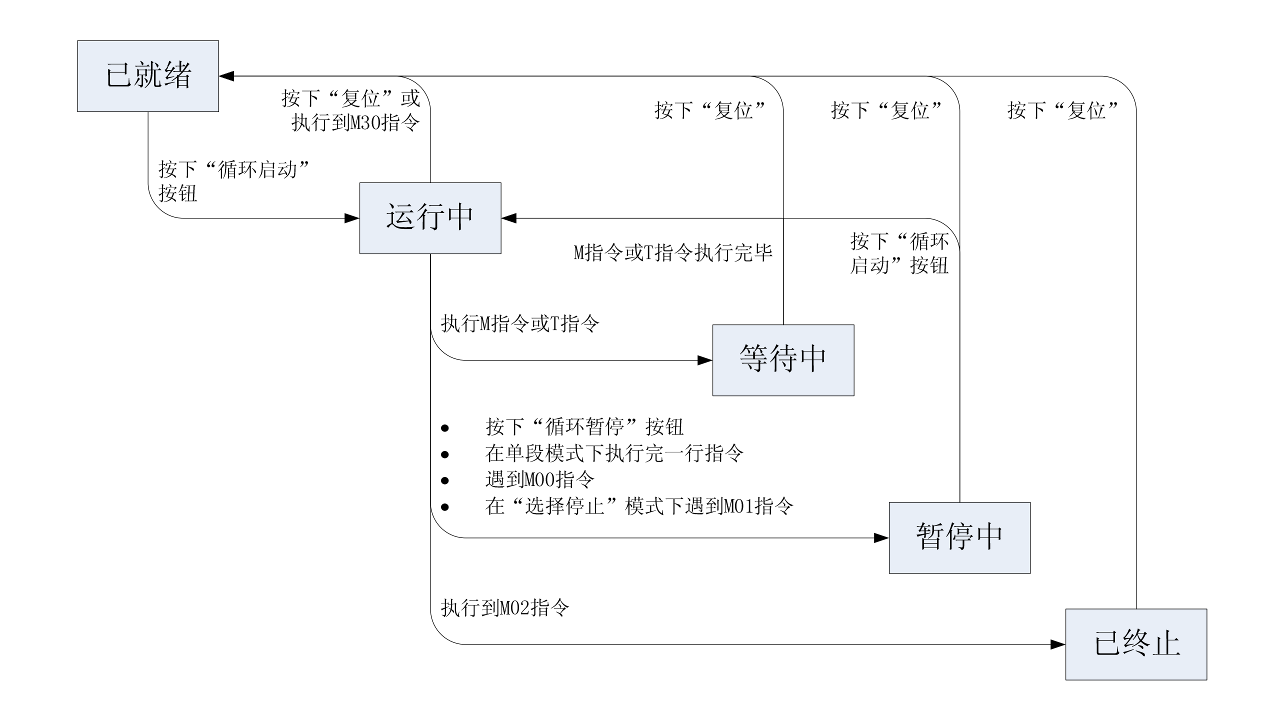


图 4-3 程序运行状态

4.5 单段运行

按下操作面板上“单段”或“单段执行”按钮，该按钮会被点亮，此时机床处于“单段”运行模式。

在该模式下，每按一次“循环启动”按钮，程序只执行一行程序段，该程序段执行结束后系统就会自动进入暂停状态。再按一次“循环启动”按钮，程序又会执行下一段。

在一个程序调试过程中或初次被运行时，通常采用这种模式，以确保安全。

在程序运行期间也可以激活“单段”运行模式。这种情况下，数控程序会在当前行执行结束后自动停止。

4.6 空运行

按操作面板上“空运行”按钮，机床处于“空运行”模式。在此模式下运行数控程序时，机床按参数“空运行速度”设定的进给速度运行，而忽略程序中由 F 指令指定的进给速度。

此功能通常用于在不安装工件的状态下，检查机床的动作和运动的轨迹是否合理。

注：“空运行速度”仅对 G01、G02、G03 等进给指令程序段有效。

4.7 机床锁定

按操作面板上的“机床锁定”按钮，会激活“机床锁定”模式。此时运行数控程序，机床不会移动，但坐标位置显示会发生变化。当再次按下“机床锁定”按钮撤销“机床锁定”模式时，坐标显示会立即恢复为锁定之前的状态。

这种运行方式用于数控程序的调试。

4.8 MST 锁定

按操作面板上的“MST 锁定”按钮，会激活“MST 锁定”模式。在“MST 锁定”模式下运行数控程序，程序中的 MST 指令会被忽略掉。即程序在运行过程中不会换刀和执行辅助动作。但是 M02、M20、M30、M98、M99 指令不会被忽略。

这种运行方式主要用于数控程序的调试。

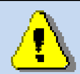
4.9 选择停止

按操作面板上“选择停止”按钮，会激活“选择停止”模式。在该模式下，当数控程序执行到含有 M01 指令的程序段时，将自动进入暂停状态。按下操作面板上的“循环启动”按钮，程序就会从该指令行继续向下运行。

4.10 选择跳跃

按操作面板上“选择跳跃”按钮，激活“选择跳跃”模式后，数控程序中以双斜线“//”开头的程序段在数控程序运行时会被跳过，不被执行。

利用这一特性，可灵活控制执行或忽略数控程序中的某一部分指令，跳过特定的工艺步骤或加工过程。

 提示

由于数控程序在运行时会被预先处理许多段程序，因此“选择跳跃”状态切换后可能不会立即生效。相对可靠的方法是在程序启动之前或在 M00、M01 暂停状态下设置“选择跳跃”的状态。

4.11 手轮中断

数控程序运行或暂停期间，可以通过操作面板上的“X 轴手轮中断”、“Y 轴手轮中断”、“Z 轴手轮中断”或“A 轴手轮中断”按钮，开启手轮中断模式。在手轮中断模式下，可以用手轮控制所选择轴移动。所产生的移动量将叠加到自动运行方式的移动量中。通过这个功能，在不改变程序内容的情况下可以对一段程序的实际切削量进行干预和调整。

手轮中断开启状态下，监控界面中原先显示“指令增量”的位置将显示“手轮中断”的移动量。

手轮中断之后，如果程序执行到下一条采用绝对坐标定位的程序段时，手轮中断量会被消除。如果程序执行结束之前都没有再遇到采用绝对坐标定位的程序段，那么程序执行完毕或系统被复位后，手轮中断量会被自动消除。手轮中断量不会影响下一次执行的程序。

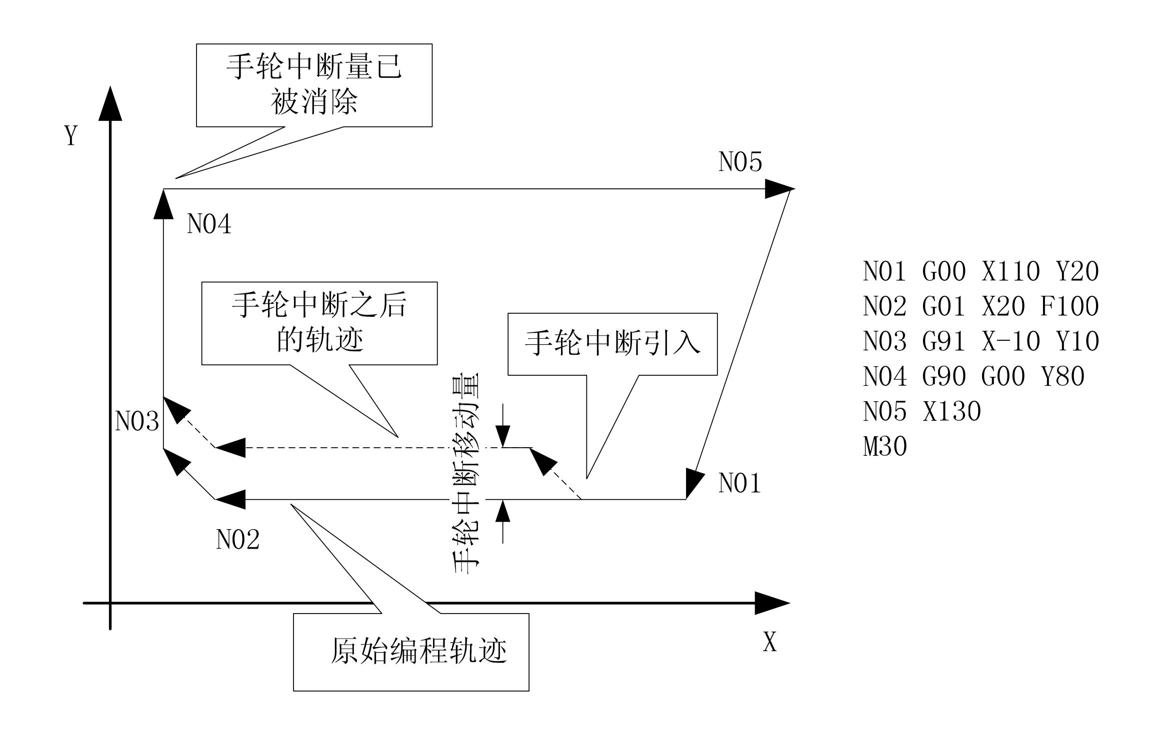


图 4-4 手轮中断

4.12 速度倍率调整

数控程序中已经指定了进给速度和主轴转速，在不改变数控程序的情况下可以通过修改速度倍率和主轴倍率改变程序的进给速度和主轴转速。

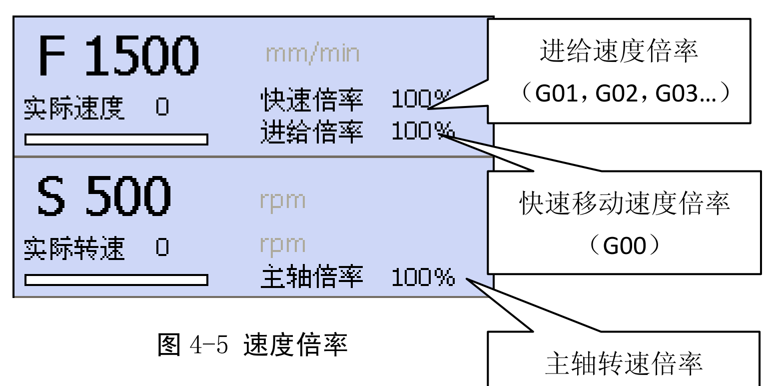


图 4-5 速度倍率

在调试数控程序时，通常可以先把进给倍率和快速倍率调整到较低的档位，程序启动后如果程序的初始定位位置和切削状态正常，再逐渐地使倍率恢复到正常的档位。

4.13 快速扫描

通过“查找”（前提条件：已经打开某一程序，系统处于“复位”状态）功能，可控制程序从“任意程序段”开始执行。“任意程序段”可通过“查找”、“行号”、“末行”等方法进行定位。具体操作方法描述如下：

4.13.1 查找

操作步骤：

1) 按“查找”按钮。菜单按钮如图 4-6 所示。



图 4-6“查找”菜单按钮

2) 点击“查找”按钮，在如图 4-7 所示的输入框中输入要搜索的文本内容。

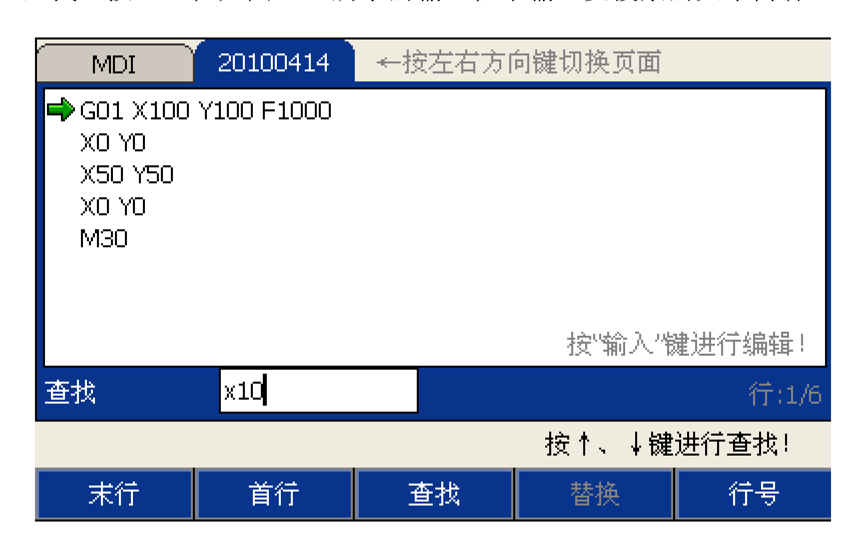


图 4-7

3) 按向上或向下方向键后，系统开始搜索文本，‘绿色’指针往对应方向移动，最后停在被搜索的文本所在的程序段，如图 4-8 所示。



图 4-8

4) 此时，按向上或向下方向键，系统继续搜索下一目标文本，如图 4-9 所示。

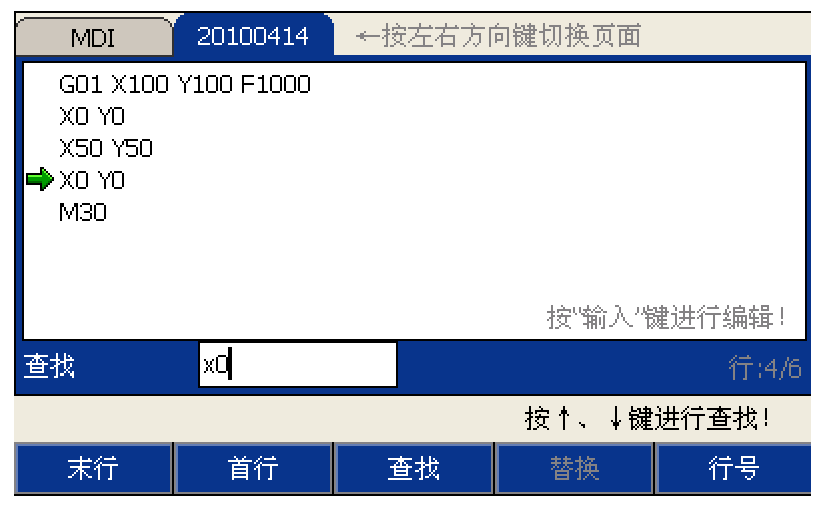


图 4-9

5) 找到目标程序段后，按 “扫描”按钮，程序扫描过程启动，‘绿色’程序指针往后移动，最后停在目标程序段。如图 4-10 所示。这个过程类似于程序执行过程，只是轴不作运动。

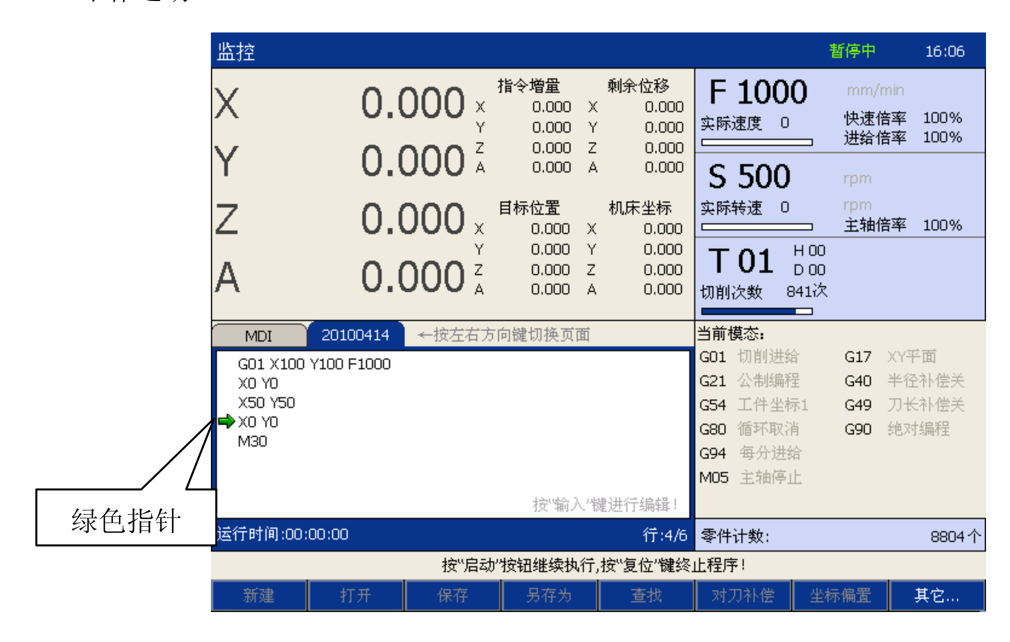


图 4-10

6) 按“循环启动”按钮后，程序从‘绿色’程序指针处开始执行。

4.13.2 断点

一些大零件，特别是一些金属模具，其加工时间一般都比较长。如果能在零件加工一段时间后，让系统记住此时的位置（保存断点），关闭电源；并在隔一段时间后，打开电源，让系统继续加工，可为用户提供极大的方便。使用“断点”功能可使程序从中断位置开始执行。

◆ 保存断点

程序运行过程中，按“复位”按钮或按“暂停”或“紧停”按钮中断程序运行后按“复位”

按钮，系统将‘断点’位置信息保存到系统记忆体中。

操作步骤：

1) 如果在保存断点后，关断了系统电源，则上电后首先应进行回参考点操作，否则直接进入步骤 2)。

2) 为确保在机床自动返回断点位置时不发生碰撞，建议事先手动移动坐标轴到断点位置附近。

3) 按“查找”按钮。

4) 按“断点”按钮，系统载入当前加工文件的断点信息，通过上下方向键选择其中一个断点，则‘绿色’程序指针直接定位到断点位置所在的程序段，如图 4-11 所示窗口。



图 4-11

5) 按“扫描”按钮，‘绿色’程序指针定位到断点所在的程序段，如图 4-12 所示。



图 4-12

6) 按“循环启动”按钮后，程序从断点位置开始执行。

4.13.3 行号

使用“行号”可使程序从指定行开始运行。

操作步骤：

1) 按“查找”按钮。
2) 按“行号”按钮，在如图 4-13 所示的输入框内输入行号。

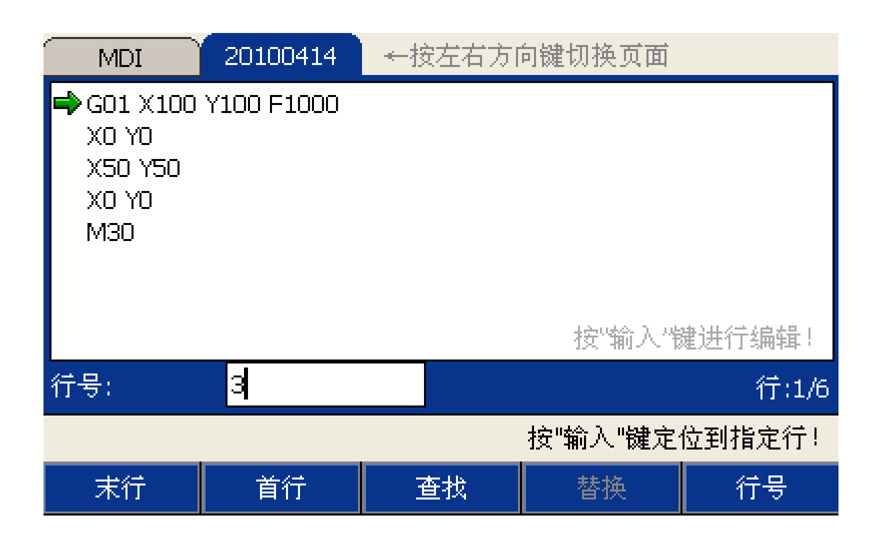


图 4-13

或按光标键“↑”和“↓”，直接将‘绿色’程序指针定位到任意目标程序段。

3) 按“扫描”按钮，程序段扫描过程启动，‘绿色’程序指针最后定位到指定行号的程序段，如图 4-14 所示。

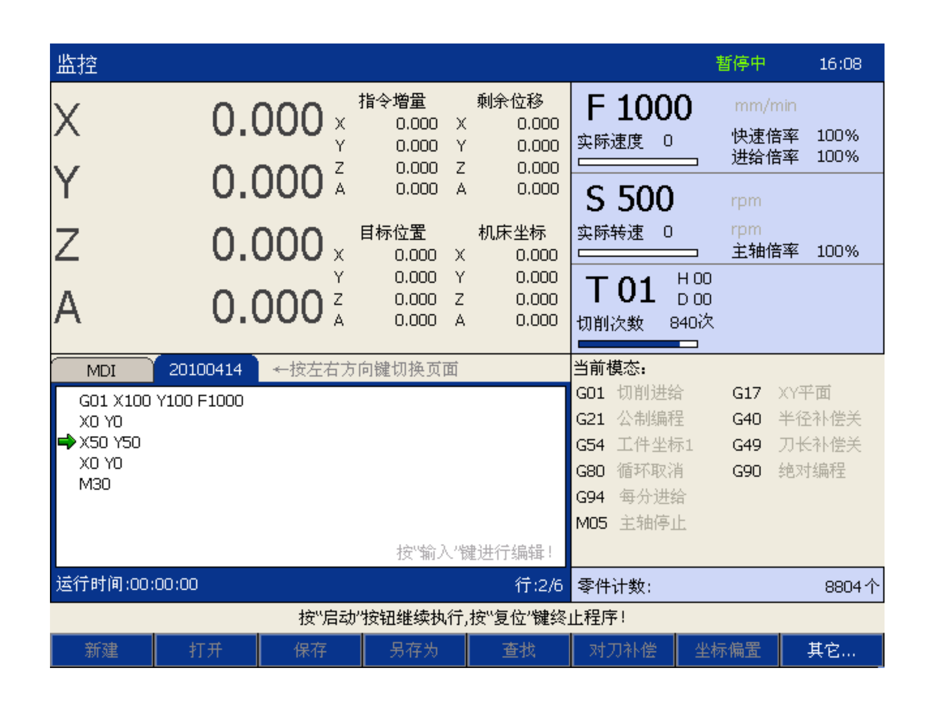


图 4-14

4) 按“循环启动”按钮后，程序从指定行处开始执行。

4.13.4 整个文件

使用“整个文件”快速扫描可检查出程序中存在的非语法性错误。

操作步骤：

a) 按“查找”按钮。

b) 按“末行”按钮，‘绿色’程序指针直接定位到程序末行。

c) 按“扫描”按钮，整个程序会快速扫描一遍，检查程序中是否有非语法性的错误。

注： 按“暂停”按钮暂停扫描过程；点击“复位”按钮终止扫描过程。

4.14 断电保护功能

程序在运行期间，如果系统断电，待再次接通电源时，断电保护功能可使程序从断电时的位置继续运行。

操作步骤：

a) 在监控界面下，打开断电时正在运行的程序。

b) 按“查找”按钮。

c) 按“断点”按钮，系统载入断电记录信息，弹出如图 4-15 所示窗口，选择其中一断电记录。在选择断电记录时，程序代码中的‘绿色’指针始终停留在第一行。

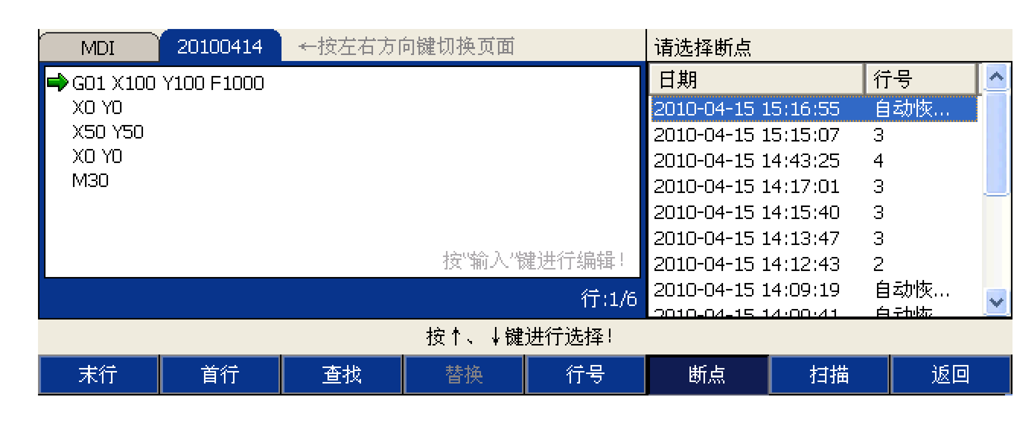


图 4-15

d) 按“扫描”按钮，目标指向断电位置所在的程序段的扫描过程启动，最后‘绿色’程序指针定位到断电位置所在的程序段。如图 4-16 所示。



图 4-16

e) 按“循环启动”按钮后，程序从断电位置处开始执行。

5 参数化程序

SEC500 数控系统除了能够以文本格式编辑和运行普通的 G 指令数控程序，还可以编辑和运行一种参数化的数控程序。这种数控程序提供了一些可以进行设置的参数。这样，不需要修改数控程序的内容就可以适合于加工不同尺寸的零件。这为数控系统的操作人员带来了极大地便利。

5.1 打开参数化程序

这种参数化的数控程序的文件名通常以“.tpl”作为后缀。在监控界面中按“打开”进入文件界面，选择一个后缀名为“.tpl”的文件后，按“打开”按钮，该程序即显示在程序标签页中。



图 5-1 参数化程序

5.2 设置程序参数

程序标签页中，程序参数显示在一个树形视图中。树形视图的层次结构表示了参数的分类和依属关系。同一类别的多个参数通常被组织在同一个节点下。这样可以更加直观地浏览和设置参数项。按下“-”键，可以展开或折叠所选择的节点。节点前的方块内的符号如果是“+”，说明该节点已经被折叠，可以展开；如果方块内的符号是“-”，说明该节点已经展开，可以被折叠。

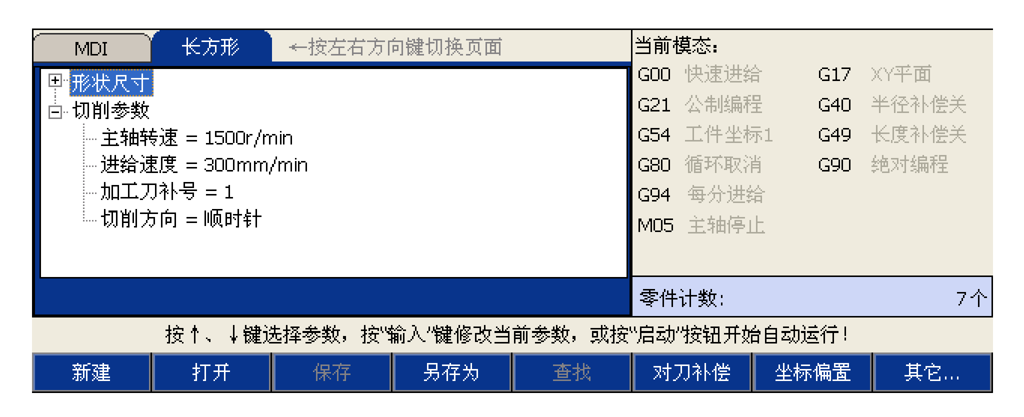


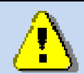
图 5-2 折叠树节点

按 “↑”、“↓”、“上页”或“下页”键可以选择一个参数节点，再按下“输入”键后即可修改所选择的程序参数。

参数修改完毕后，按“回车”键或“确定”按钮可以确认输入。

也可通过下面介绍的快捷方式修改参数（该方法仅适用于浮点数类型参数）：

按照上面方法选择参数节点后，按 [+/−] 键切换要输入增量的正负。按一下此键切换到负值输入，按两下则切换到正值输入。此时在模板编辑器下方提示“按数字键 1~9 使选中参数减少/增加 1~9 个增量单位”。按下某数字键（1-9）后，选中的参数值直接被修改为：当前值+或-所输入的数值*增量单位设定值。注意：增量单位在参数“增量输入单位”中设定。

 提示

修改程序参数之前，必须通过输入密码，获得“高级用户”或“管理员”权限，或者打开操作面板上的“程序保护”钥匙开关。否则按“输入”键是无效的，

5.3 运行参数化程序

参数设置完毕并执行“保存”操作后，按操作面板上的“循环启动”按钮即可直接运行该程序。与普通的文本格式 G 代码程序不同的是，参数化程序的指令是在后台运行的，所以在运行过程中无法看到当前所执行的指令行。

程序在运行过程中参数是被禁止修改的。

6 刀具设置

在“监控”页面下，按“刀具设置”按钮，系统将进入“刀具设置”界面，如图 6-1 所示。

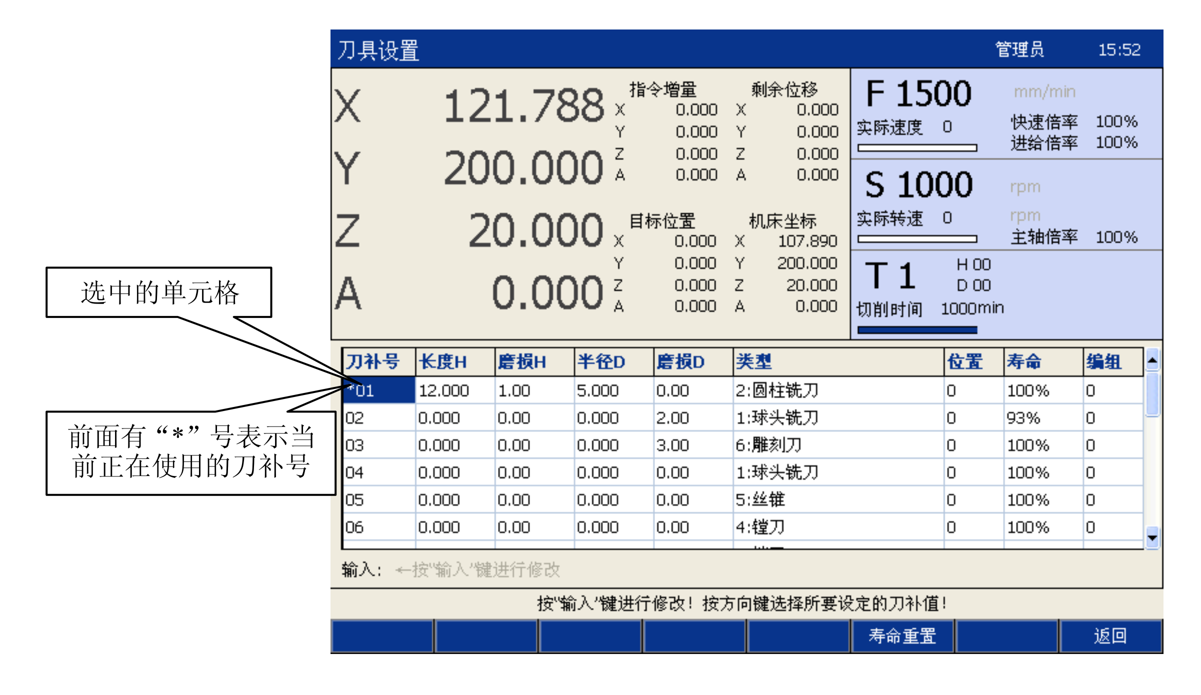


图 6-1“刀具设置”界面

6.1 刀具参数

在“刀具设置”界面中，通过刀具参数表，可以设置每个刀具补偿号所对应的刀具参数。刀具参数表中，每一列的含义如下：

- 长度 H：刀具在 Z 轴方向上的几何长度补偿值
- 磨损 H：刀具在 Z 轴方向上的几何长度磨损补偿值
- 半径 D：刀具半径补偿值
- 磨损 D：刀具半径磨损补偿值
- 类型：刀具类型
- 寿命：剩余刀具寿命（参见本章第 6.2 节）
- 位置：刀具在刀库或刀盘中的位置号（参见本章第 6.3 节）
- 编组：刀具的编组号，该编号用于标记同一类型可互换的刀具（参见本章第 6.3 节）

在刀具表中通过方向键“↑”、“↓”、“←”或“→”选择某一单元格，然后按下“输入”键即可进行修改。在刀具表下方的输入框中输入数值后按“回车”键或“确定”按钮确认修改。

刀补号	长度H	磨损H	半径D	磨损D	类型	位置	寿命	编组
*01	0.000	0.00	0.000	0.00	1:球头铣刀	0	79%	0
02	0.000	0.00	0.000	0.00	3:钻头	0	100%	0
03	-15.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
04	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
05	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
06	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0

请输入Z轴方向上的刀具长度补偿值：-15.000

按“确定”确认修改，按“取消”放弃修改。

确定　取消

图 6-2 修改刀具参数

6.2 刀具寿命

刀具在使用一段时间后，表面的磨损会逐渐加剧，影响加工的质量。SEC500 数控系统可以根据刀具的寿命设置，及时提醒用户修整或更换刀具，从而减少对加工质量的影响。

对刀具寿命进行统计的方法有两种：

1) 按照使用的时间

所谓“使用时间”是指刀具在进给模式下（G01、G02、G03）累计运行的时间；程序在 G00 快速定位模式下运行的时间，不会被统计。

2) 按照使用的次数

所谓的使用次数其实就是刀具的切入工件表面次数。数控程序运行时，每次从快速定位模式（G00）过渡为进给模式（G01、G02、G03），使用次数的统计值就会自动加 1。

要使用刀具的寿命管理功能，必须首先对刀具的总可用寿命和寿命统计方式进行设置。在刀具参数表中，当选中的单元格位于“寿命”一列时，按“输入”键即可进行设置。在输入刀具的总可用寿命时，通过菜单栏上的“按时间”和“按次数”按钮可以切换刀具寿命统计的方式。如果选择的是按时间，则刀具寿命的计量单位为“分钟”；如果选择的是按次数，则刀具寿命的计量单位为“次”。输入完毕后按“回车”键确认，即可完成设置。

刀补号	长度H	磨损H	半径D	磨损D	类型	位置	寿命	编组
*01	0.000	0.00	0.000	0.00	1:球头铣刀	0	79%	0
02	0.000	0.00	0.000	0.00	3:钻头	0	100%	0
03	-15.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
04	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
05	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0
06	0.000	0.00	0.000	0.00	0:未知刀具	0	100%	0

请输入刀具的总可用寿命（分钟）： 999

统计刀具寿命可按使用时间，也可按使用次数。通过下面的菜单按钮可以进行选择！

按时间　按次数　确定　取消

图 6-3 设置刀具寿命

通过“寿命重置”按钮可以对已用寿命进行清零，使刀具寿命的统计重新开始。在更换刀具或对刀具进行修整以后，应当执行“寿命重置”操作。

6.3 刀库管理

有些机床配备了自动刀库。在 PLC 程序的支持下，可以根据当前的刀补号自动选择和更换刀库中的刀具。实现这个功能需要对刀具位置号和刀具编组号这两个参数进行设置。

刀具位置号用于设置于一个刀补号对应的刀具在刀库中存放的位置。当这个刀补号被激活时，PLC 程序会控制机床从刀库的指定位置取出刀具安装在刀座上，或者首先将刀座上已经安装的刀具放回正确的位置。

刀具编组号用于定义刀具的互换性。具有可互换性的同一类型的刀具编组号应当是相同的。这样，当一把刀具的寿命用尽之后，数控系统通过 PLC 程序可以自动从刀库中选择同一类型的另外一把新刀具替换上去，使加工的过程不会中断。这一功能通常称为“随机换刀”功能。“随机换刀”功能仅对刀具编组号的设置不为 0 的刀具有效。

7 坐标偏置

7.1 数控机床的坐标系

机床坐标系是以机床上某个固定点为原点而建立的坐标系，该点是所有坐标轴的零点位置，它在机床上的位置由机床制造厂家确定。

工件加工时使用的坐标系称为工件坐标系，它是相对于机床坐标系原点的另一个坐标系。工件坐标系原点通常被称为编程零点或程序原点。

工件坐标系相对于机床坐标系的位置是由 G54、G55...59 偏置和 G92 偏移共同决定的。通过 G54、G55...G59 指令可以分别定义 6 个工件坐标系，而通过 G92 可以使这 6 个工件坐标系整体平移（参见图 7-1）。

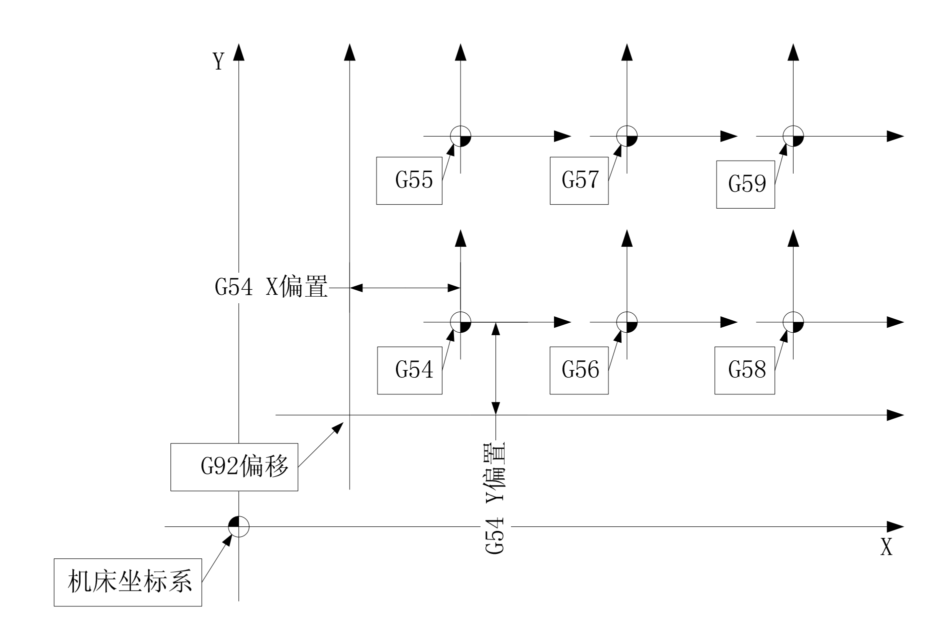


图 7-1 机床坐标系和工件坐标系示意图

在 NC 程序中，通过 G54、G55...G59 指令则可以激活相应的工件坐标偏置。通过 G92 指令可以定义外部工件原点偏移。

7.2 坐标偏置设置

在“监控”界面下，按下“坐标偏置”按钮，界面切换如图 7-2 所示，在此可对 G54..59 坐标偏置进行设置。

设置方法如下：

1) 按方向键“←”、“→”、“↑”或“↓”选择所要设定的工件坐标系（G54..G59）偏移。

处于选中状态的坐标偏置项被高亮显示（如图 7-2 中 G54 的 X 轴坐标偏置）。

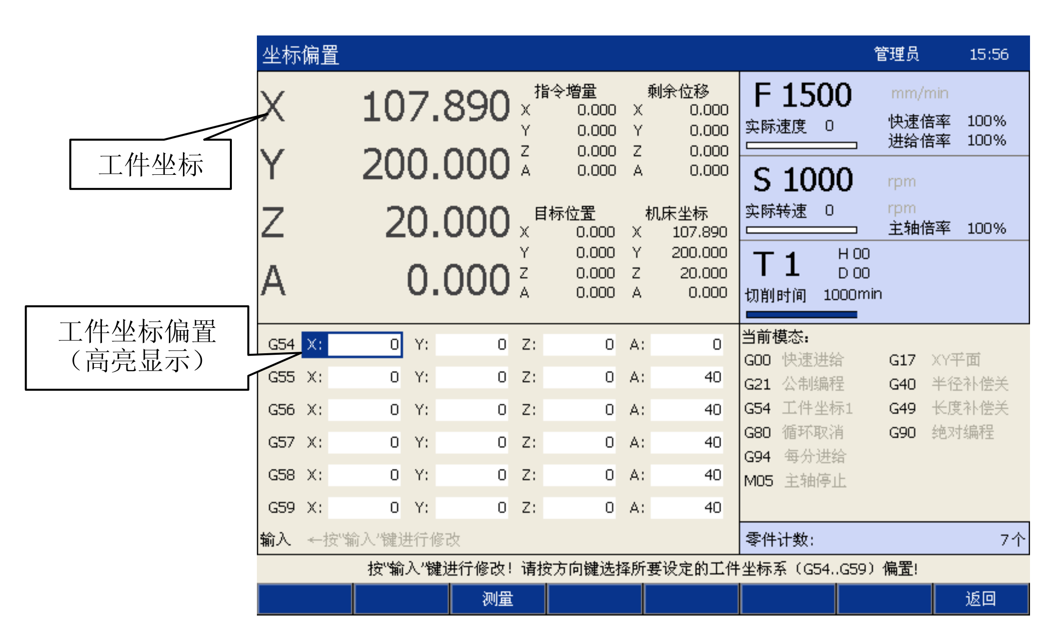


图 7-2 “坐标偏置”界面

2) 按下“输入”键，在出现的输入框中输入偏移值，如图 7-3 所示。按“确定”按钮确认，修改完成。或按“取消”按钮放弃修改。如果按“设为原点”按钮，系统会将当前的坐标位置记录到输入框中，再按“确定”按钮确认后，当前位置即成为所选工件坐标的原点。

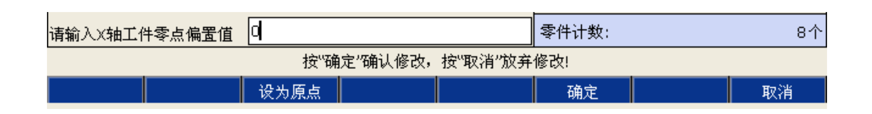


图 7-3 修改坐标偏置

或在图 7-2 所示界面按下“测量”按钮，系统会要求输入 X、Y、Z 或 A 轴方向的工件尺寸。系统能够根据所输入的数值自动计算出对应的工件坐标偏置。这种方法也是实现对刀操作的另一种途径，与 0 第 2.9 节“对刀”中所叙述的“方法一”一致。

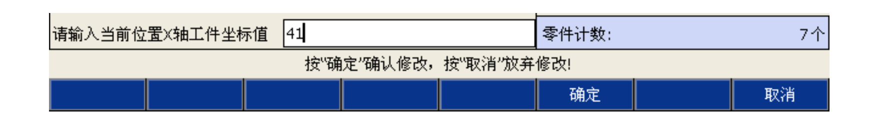


图 7-4 工件坐标测量功能

8 设置参数

在“其它”菜单中，按下“参数”菜单按钮，系统界面会切换为如图 8-1 所示。

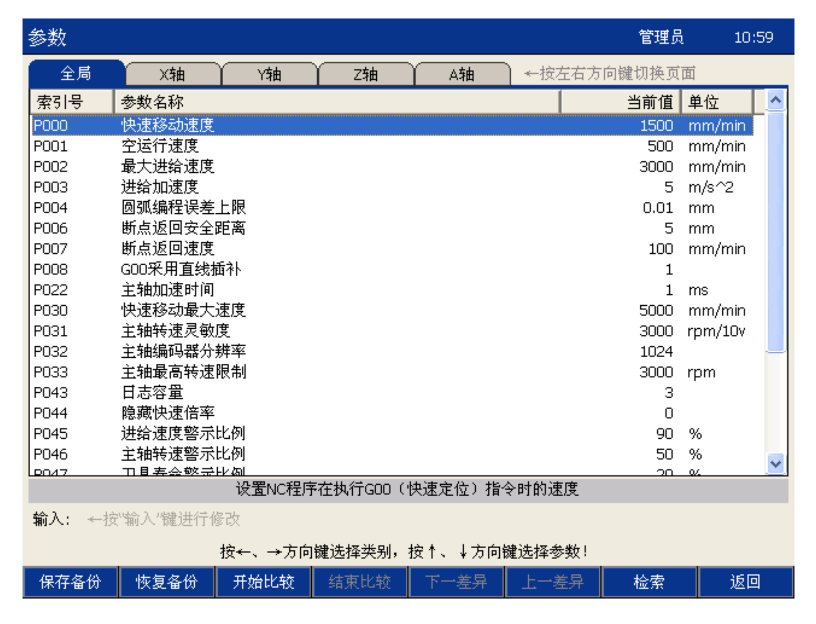


图 8-1 “参数”界面

8.1 参数含义

SEC500 数控系统中，参数被分为“全局”、“X 轴”、“Y 轴”、“Z 轴”、“A 轴”等多个类别，每个类别分别显示在一个单独的页标签中，按方向键“←”或“→”可以切换不同的页面。

下面对不同类别的主要参数进行简要的介绍，更为详细的参数说明请参见《SEC500 数控系统连接与调试说明书》。

8.1.1 全局参数

此类参数主要关于 NC 程序的执行、主轴、手轮或刀具等内容。

参数	说明
快速移动速度	设置 NC 程序在执行 G00 指令且 G00 采用插补定位方式时的速度。 范围：0.0001～54000mm/min
空运行速度	在“空运行”模式下，NC 程序的进给速度由此参数确定（主要适用于 G01、G02 和 G03 程序段）。这种模式下，程序中指定的 F 指令无效。 范围：0.0001～54000mm/min
最大进给速度	设置 NC 程序运行过程中沿进给方向（即各轴运动的矢量合成方向）的最大速度。如果 F 指令或者进给倍率所设定的进给速度超过该上限时，实际速度会被自动箝制。 范围：0.0001～54000mm/min

进给加速度	设定 NC 程序运行过程中沿进给方向（即各轴运动的矢量合成方向）的加速度（适用于 G01、G02 和 G03 程序段）。加速度越小，启停的过程就越慢，加减速越平缓；反之，启停就越迅速，冲击就越大 范围：0.001～40m/s^2 典型值：1m/s^2
圆弧编程误差上限	NC 程序圆弧编程时如果圆弧的编程终点不在圆弧上，则当误差超过该参数的值时将产生报警。该参数设置为 0 时，系统不会检查圆弧编程误差。如果圆弧的编程终点不在圆弧上，系统会通过最短的直线段从圆弧上过渡到编程终点。 范围：0～6.5355mm
快速定位时采用直线插补	设置执行 G00（快速定位）指令时刀具移动是否启用直线插补方式。 0：表示各轴分别以“快速移动速度限制”独立定位到终点，刀具轨迹可能是一条折线而不是一条直线段。 1：表示刀具移动轨迹与直线插补（G01）相同，是一条连接起点与终点的直线段；
进给速度警示比例	当实际进给速度达到最大进给速度的这一比例时，监控界面会产生红色警示。 在程序运行中且处于 G01，G02 和 G0 状态时，最大进给速度按参数‘最大进给速度’设定值计算；其它状态下，按参数‘快速移动最大速度’设定值计算。 范围：0%~100% 典型值：95%
主轴转速警示比例	当主轴转速速度达到最大主轴转速的这一比例时，监控界面会产生红色警示。 范围：0%~100% 典型值：95%
刀具寿命警示比例	当刀具剩余寿命与刀具总寿命的比例小于该下限，监控界面会产生红色警

	示。 范围：0%~100% 典型值：5%
快速移动加速度	执行 G00 快速定位指令时所使用的加速度值 范围：0.001～40m/s^2 典型值：1m/s^2

8.1.2 X/Y/Z/A 轴参数

此类参数主要与某个进给轴（方向）有关。

参数	说明
手动进给速度	设定点动进给方式下的运行速度。 范围：0.0001～54000mm/min
手动快进速度	设定快速点动方式下的运行速度。 范围：0.0001～54000mm/min
手动加速度	设置机床点动进给方式下的加速度。 加速度越大启停越灵敏，但冲击也越大 范围：0～40m/s^2
反向间隙尺寸	设置齿轮、丝杆等传动机构反向间隙的补偿值 范围：0～6.5355mm
反向间隙纠正速率	设置电机反向时，补偿反向间隙时的移动速度。 范围：1～9000mm/min
正向软件限位位置	设置正向移动中遇到软件限位时的机械坐标位置。 范围：-214748.364～214748.364 mm
反向软件限位位置	设置负向移动中遇到软件限位时的机械坐标位置。 范围：-214748.364～214748.364 mm
最大允许跟踪误差	设置电机的实际位置与指令位置之间所允许的最大误差值。当“跟踪误差”超过这一参数的限制时系统会产生报警。 范围：0.0001～65.535mm

8.2 参数检索

在参数列表中按方向键“↑”或“↓”可以选择参数。快速按下与参数的‘索引号’对应的字符键（如：‘P’、‘0’、‘0’、‘0’、‘7’），可以快速选中当前页面中的参数。

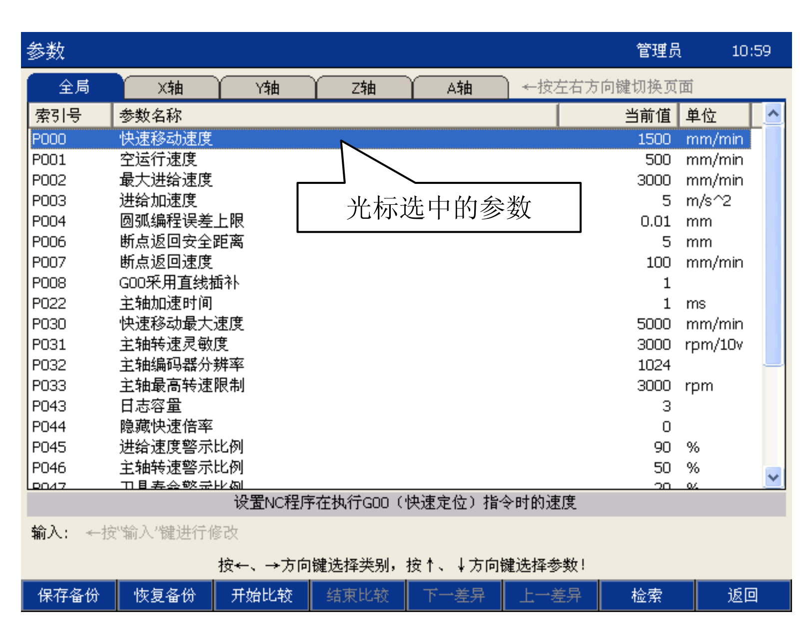


图 8-2 选择参数

如果需要在所有的类别中快速找到某个参数，可以按下“参数”菜单中的“检索”按钮。此时信息栏会提示输入一个参数号。输入后按“确定”按钮，系统就会自动检索和定位到指定的参数。

8.3 修改参数

修改参数至少需要“高级用户”权限，部分参数仅在输入“高级用户”或“管理员”密码后才会出现在列表中。

要修改选中的参数可以按下“输入”键。此时，提示栏中会出现输入框（如图 8-3 所示）。

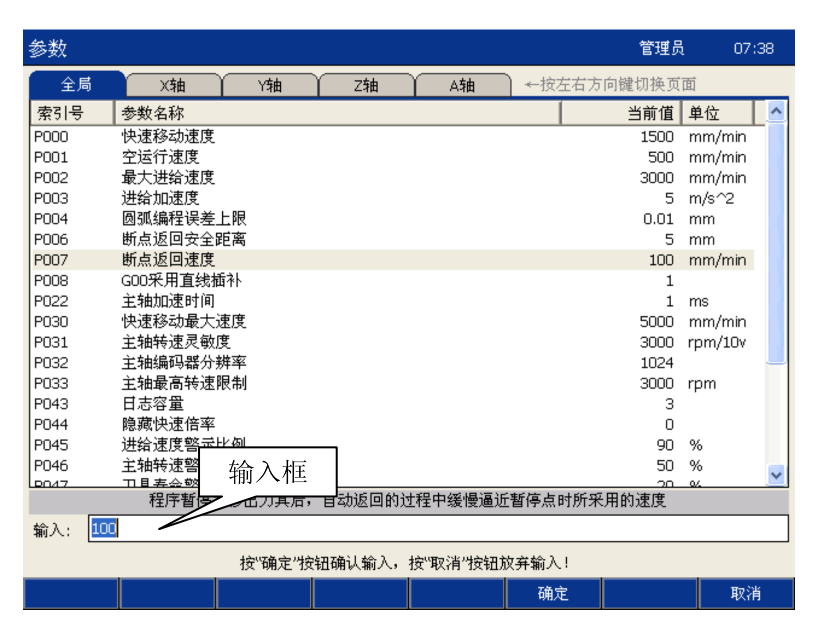


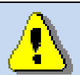
图 8-3 修改参数

在输入框中输入数据后，按“确定”按钮可以确认修改，按“取消”按钮则可放弃修改。

8.4 备份参数

通过“参数备份”功能，可以将系统中当前所有的参数设置保存到一个文件中。在以后可以通过“参数恢复”功能载入所备份的参数文件，恢复所备份的参数设置。

在参数界面下，按下“保存备份”按钮，系统进入参数文件管理界面，并提示输入所要保存的参数文件的名称。按下“保存”按钮后，系统参数即被保存到所指定的文件中。



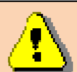
提示

- 为了便于日后对机床的维护，应当定期备份系统的参数。在对机床进行重新调整之后也应当立即备份系统参数。
- 参数备份后请及时通过 U 盘，将参数备份文件复制到计算机硬盘或刻录到光盘上进行存档。

8.5 恢复参数

在参数界面下，按下“恢复备份”按钮，系统进入参数文件管理界面，选择一个参数备份文件后，按下“打开”按钮，系统即将所备份的参数恢复到当前的设置中。

系统出厂前，通常会在系统中保留一个名为“出厂参数 M.prm”的参数文件。如果选择和恢复该参数文件，那么系统参数即恢复到出厂模式。



注意

“出厂参数 M.prm”这个文件千万不要删除或覆盖。

8.6 参数比较

“参数比较”功能用于将当前参数设置于先前备份的参数设置进行对比，寻找出差异，从而方便分析故障原因和优化机床性能。

在参数界面下，按下“开始比较”按钮，系统进入参数文件管理界面，选择一个参数备份文件后，按下“打开”按钮，如图 8-4 所示。按下“下一差异”和“上一差异”按钮后，光标可定位到当前参数与备份参数存在差异的位置。

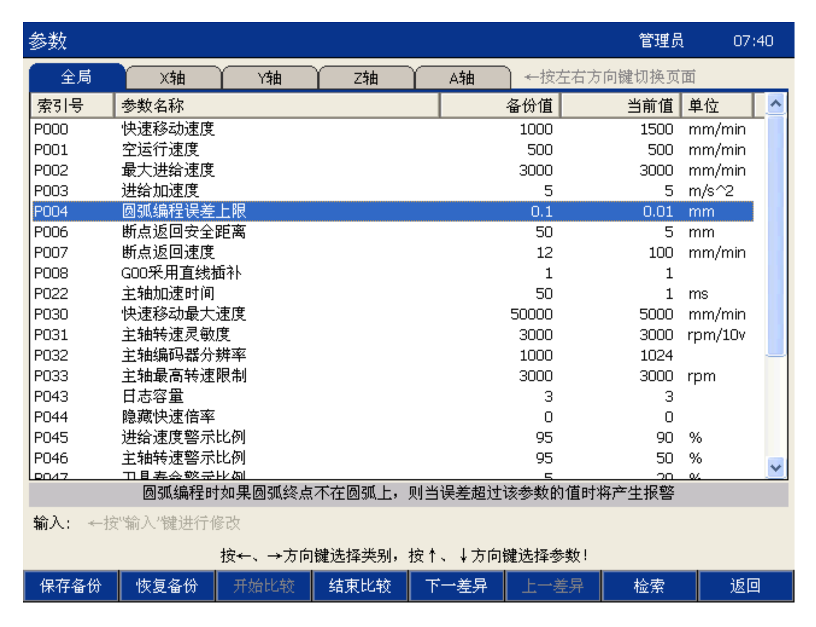


图 8-4 参数比较

按下“结束比较”按钮，可以退出参数比较模式。

9 文件管理

SEC500 数控系统内置了大容量的存储器。通过“文件”界面可以对系统中大量的程序、参数等文件进行有效的管理。



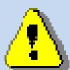
图 9-1 “文件”界面

9.1 使用 U 盘



图 9-2 U 盘文件列表

在初始状态下，“文件”界面中只有“系统盘”一个页标签，其中显示系统存储器中的文件。如果插入一个 U 盘，在“系统盘”的右侧会出现一个新的页标签。按方向键“→”可以切换到这个页标签，查看 U 盘上的文件内容。U 盘如果拔出，那么这个页标签会自动消失。

 提示

1) 要查看 U 盘上的内容必须通过输入密码，拥有“高级用户”或“管理员”权限；否则，进入“USB 盘”页面时文件列表的左下角会提示用户输入“高级用户”密码。
2) 插入或拔出 U 盘后，需要稍等片刻，系统才能检测到。
3) 并不是所有的 U 盘都能被系统支持，我们推荐使用专业品牌的 U 盘，如：SanDisk™、Kingston™。
4) 如果 U 盘插入后无法识别，可以尝试先退出文件管理界面，再重新进入，强制系统检测 USB 设备。

9.2 创建文件夹

当数控系统中的文件数量较多时，可创建多个文件夹，对文件进行分类管理。

按下“新文件夹”菜单按钮，界面底端会显示一个输入框。在输入框中输入一个新文件夹的名称后按“确定”按钮即可创建一个新的文件夹。

在文件列表视图中，文件夹左侧的是一个黄色的图标。选择一个文件夹并按“打开”按钮，可以进入该文件夹，文件列表中会显示该文件夹中的内容。按“回退”键，可以返回上一级目录，显示父文件夹或根目录中的文件列表。

9.3 选择文件

在文件列表中，按方向键“↑”、“↓”或翻页键“上页”、“下页”可以上下移动光标进行选择。按方向键“←”或“→”可以切换不同的页标签，选择 USB 或系统盘上的文件。

快速按下与文件名对应的字符键（每次按键之间的停顿不要超过 1 秒钟），光标可以立即定位到以所键入的字符串为开头的文件处。例如：依次键入“t”、“t”，可以快速定位到文件“tt.txt”

9.4 打开文件

通过方向键选中文件后，按“打开”菜单按钮或按“回车”键，即可打开这个文件。

如果文件列表中的文件很多，还可以按下“输入”键，在出现的输入框中直接输入要打开的文件名。如图 9-1 所示，按下“输入”键后，在出现的输入框中键入字符‘t’，每键入一个字符，系统就在当前文件列表中进行查找以所键入的字符串为开头的程序文件，如找到，则自动补全文件名。文件名输入完毕后即可按“打开”菜单按钮或按“回车”键打开这个文件。



图 9-3 打开文件—输入文件名称

上述操作同样适用于打开和进入一个文件夹。

9.5 重命名

选择一个文件后按下"重命名"菜单按钮。在界面下端出现的输入框中输入一个新的名称。输入完毕后按下 "确定" 按钮或 "回车" 键即可更改文件的名称。

上述操作同样适用于对文件夹进行重新命名。

9.6 选择多个文件



图 9-4 选择多个文件

操作步骤：

1) 按照本章第 9.3 节所述的方法选择一个文件；
2) 按下“空格”键，当前文件前的方框中会显示一个“ √”，表示该文件被选中；
3) 重复操作 1)和 2)，可选择多个文件。

上述操作同样适用于选择一个或多个文件夹。

9.7 文件的复制、剪切和粘贴

如果要将一个或多个文件（或文件夹）移动到另一个文件夹或磁盘中，可以使用文件的复制、剪切和粘贴操作。具体操作步骤如下：

1) 按照前面所叙述的方法选择一个或多个文件（或文件夹）；
2) 按下“复制”或“剪切”按钮（此时文件列表的左下角会显示已复制的文件个数）；
3) 选择打开一个目标文件夹；
4) 按下“粘贴”按钮，即可将“复制”或“剪切”的对象粘贴到当前文件夹中。

复制和剪切的差别在于：复制操作是将所选择对象的副本移动到了目标文件夹中，对象本身仍然保留在原文件夹中；剪切操作则是将所选择对象直接移动到了目标文件夹中。

9.8 删除文件

选择一个或多个文件或文件夹后按下“删除”键，并通过“确定”按钮或“回车”键确认后即可删除所选择的文件。



注意

文件或文件夹被删除后将无法被恢复。

9.9 文件排序

按下“排序”按钮，可选择“按日期”和“按名称”两种方式对文件进行排序。“按名称”或“按日期”按钮被按下后，排序方式将切换为所选择的方式。

如果连续按下“按名称”或“按日期”按钮，将更改文件排序的方向——升序或降序。

10 报警与信息

10.1 系统报警

一些主要的系统报警会显示在系统界面的状态栏上。

这类报警包括以下这些情况：

<table>
<tr><th>报警信息</th><th>原因</th><th>解决方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">通讯中断</td><td>网线连接断开</td><td>检查网线连接</td></tr>
<tr><td>机床电源被关闭</td><td>检查机床电源</td></tr>
<tr><td rowspan="2">紧急停止</td><td>机床上的“紧急停止”按钮被触发</td><td>松开机床上的“紧急停止”按钮，并执行“复位”操作（参见第 2.4 节）。</td></tr>
<tr><td>“紧急停止”按钮损坏或接线断开</td><td>更换按钮或重新接线，并通过“诊断”界面检查和确认“紧急停止”按钮的输入状态。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">X 正限位
Y 正限位
Z 正限位
…</td><td>到达 X/Y/Z…轴参数“正软件限位位置”设定的位置</td><td rowspan="2">在“手动”或“手轮”方式下把超程轴反向移出，脱离限位开关。</td></tr>
<tr><td>机床 X/ Y/Z…轴限位开关动作</td></tr>
<tr><td>X/ Y/Z…轴“限位开关”损坏或断路</td><td>更换开关或重新接线，并通过“诊断”界面检查和确认“限位开关”的输入状态。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">X 负限位
Y 负限位
Z 负限位
…</td><td>到达 X/Y/Z…轴参数“负软件限位位置”设定的位置</td><td rowspan="2">在“手动”或“手轮”方式下把超程轴反向移出，脱离限位开关。</td></tr>
<tr><td>机床 X/ Y/Z…轴限位开关动作</td></tr>
<tr><td>X/ Y/Z…轴“限位开关”损坏或断路</td><td>更换开关或重新接线，并通过“诊断”界面检查和确认“限位开关”的输入状态。</td></tr>
<tr><td>X 伺服故障
Y 伺服故障
Z 伺服故障
…</td><td>伺服驱动器故障</td><td>检查机床电器箱中的伺服驱动器数码显示屏上的报警号。</td></tr>
</table>

X 跟踪误差 Y 跟踪误差 Z 跟踪误差 …	伺服电机实际位置和理论位置之间的差值超过了限定值	1. 检查伺服驱动器的编码器反馈与数控系统是否连接可靠。 2. 检查机械负载是否太大，导致伺服电机无法驱动机床。 3. 调整伺服驱动器的增益参数，减小跟踪误差。

10.2 机床报警

除了能够直接显示在状态栏上的报警信息，还有一部分的报警状态栏上不会显示其具体的报警内容，而只是显示报警的数量。这一类报警的具体信息可以在“信息”界面的“报警信息”页标签中查看。

在“其它…”菜单中，选择按下“信息”按钮，即可以切换到“信息”界面（如图 10-1 所示）。

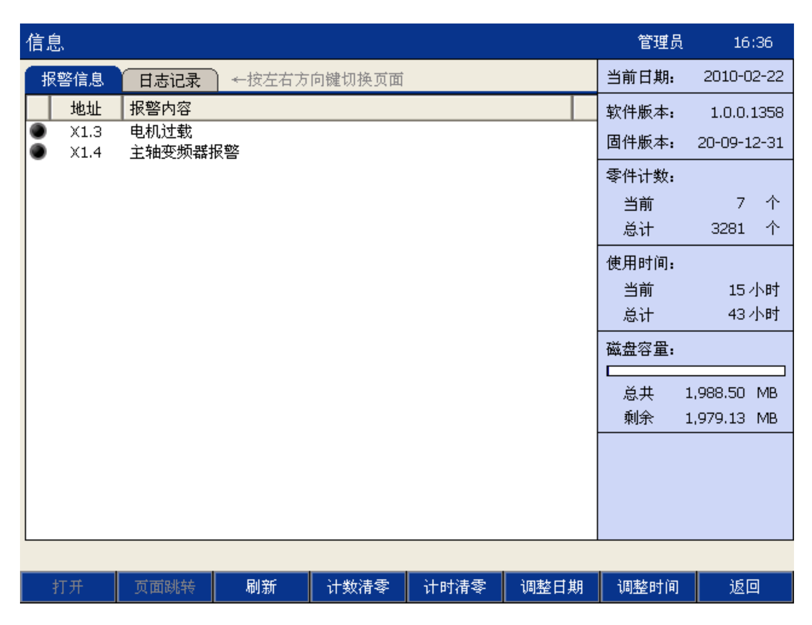


图 10-1 报警信息

在“报警信息”页标签中，列表中包含了所有已经定义的报警信息。当某“报警”出现时，相应的图标会变为红色；“报警”解除后，图标会变为灰色（如图 10-2 所示）。

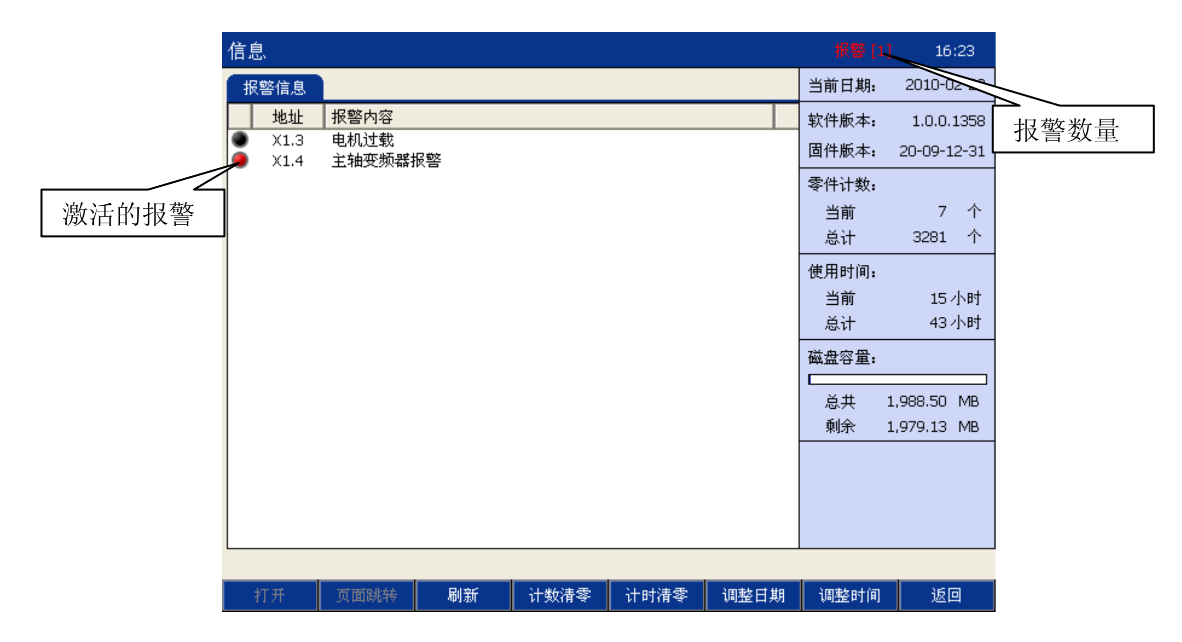


图 10-2 报警显示

10.3 日志记录

“日志记录”页面位于“报警信息”页标签的右侧。该页面主要用于显示与系统操作、参数修改和状态变化相关的系统日志。

信息　19:18

报警信息　日志记录　←按左右方向键切换页面

时间	类型	来源	事件
0:05:33	设置	输出口[2,9]	端口3 = False
0:05:33	设置	输出口[2,9]	端口2 = False
0:05:27	设置	输出口[2,9]	端口3 = False
0:05:27	设置	输出口[2,9]	端口2 = False
0:05:23	设置	G代码参数[0]	X轴尺寸定义 = 1
0:05:10	设置	输出口[2,9]	端口3 = False
0:05:10	设置	输出口[2,9]	端口2 = False
0:05:07	设置	输出口[2,9]	端口3 = False
0:05:07	设置	输出口[2,9]	端口2 = False
0:05:06	设置	系统[0]	用户 = 1
0:04:59	设置	输出口[2,9]	端口3 = False
0:04:59	设置	输出口[2,9]	端口2 = False
0:04:53	消息	通道[0]	主轴锁定 = False
0:04:53	操作	通道[0]	M功能锁定 = True
0:04:53	设置	通道[0]	C轴锁定 = False
0:04:53	消息	通道[0]	主轴锁定 = True
0:04:53	设置	通道[0]	工件坐标偏置X = 0.00
0:04:53	设置	通道[0]	主轴电机转速灵敏度 = 0.00
0:04:53	设置	通道[0]	上次暂停时的位置的Y坐标 = 0.00

按"上页"或"下页"进行翻页　1 / 4

当前日期: 2009-04-25
软件版本: 2009-04-25
固件版本: 30-09-00-17
零件计数:
总计 203 个
使用时间:
当前 0 小时
总计 0 小时
磁盘容量:
总共 1,992.13 MB
剩余 1,987.66 MB

按"打开"按钮可以打开其它日志文件！

打开　计时清零　调整日期　调整时间　返回

图 10-3 “日志记录”界面

日志文件的名称由两位数字构成，文件的后缀名为“.log”。系统每次开机时都会产生一个新的日志文件，同时文件名的数值会自动加一。系统最多可以保存 30 个日志文件（可由系统参数“日志容量”设定）。超过这个数量后，文件名会重新从 0 开始。当新生成的日志文件与旧的日志文件名称相同时，原有文件的内容会被覆盖掉。

在图 10-3 所示状态下，按“打开”按钮，切换到文件界面（如图 10-4 所示）。用户可以浏览和打开系统中所保存的日志文件。



图 10-4 打开日志界面

10.4 系统信息

通过“信息”界面右侧的面板，可以查看到如下系统信息：

10.4.1 当前日期

显示当前系统日期。可按“调整日期”和“调整时间”按钮对其进行设定。格式指定如图 10-5 和图 10-6 所示，按下“确定”按钮后系统日期或时间即被更新。



图 10-5 设定日期

图 10-6 设定时间

10.4.2 软件版本

显示 SEC500 数控系统显示单元的软件版本。

升级系统软件版本的方法请参见《SEC500 数控系统连接与调试说明书》。

10.4.3 固件版本

显示 SEC500 数控系统运动控制单元的固件版本。

升级系统软件版本的方法请参见《SEC500 数控系统连接与调试说明书》。

10.4.4 零件计数

“总计”值为累计加工过的零件数量。可通过参数“零件计数”进行清零。

10.4.5 使用时间

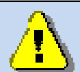
“总计”值为系统出厂后累计的加工时间（即加工程序运行的时间）。该参数无法被清零。

“当前”值为执行最后一次“计时清零”操作后系统所加工的时间。

通过菜单栏中的“计时清零”按钮，可以将使用时间的当前值复位为 0。执行该操作需要输入密码获得“管理员”权限。

10.4.6 磁盘容量

显示当前磁盘的总可用空间和剩余空间。显示单位为 MB（兆字节）。



注意

当磁盘剩余空间较小时应当及时清理和删除不常用的数控程序文件。
磁盘剩余空间至少保留 50MB 以上才能够保证系统的正常工作。

11 端口诊断

通过“诊断”界面可以监控系统输入输出端口的状态。在“其它…”菜单中，按下“诊断”按钮，系统就会进入诊断界面（如图 11-1）。



图 11-1 “诊断”界面

诊断界面中共有 3 个页标签：

- 基本 I O　——诊断直接与运动控制单元连接，来自于机床的输入/输出信号。
- 操作面板 I　——诊断操作面板的输入（按钮或波段开关）信号。
- 操作面板 O　——诊断操作面板的输出（指示灯）信号。

诊断界面中“指示灯”的颜色会根据端口的实际状态而变化。“红色指示灯”表示有信号输入或输出。

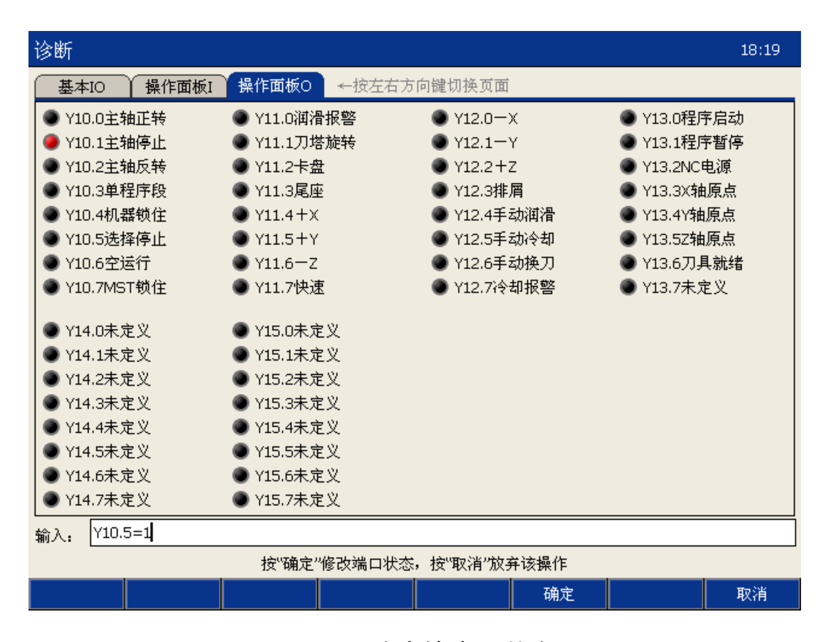


图 11-2 改变输出口状态

在诊断界面中，通过键盘操作，可以控制和修改输出的状态。方法如下：

1) 按“输入”键，界面底端会显示一个输入框；
2) 在输入框中输入要控制的输出端口地址，如：“Y10.5=1”或“Y10=255”；
3) 按“确定”按钮，所设置的输出端口状态即被修改。



提示

由于 PLC 作用，某些情况下部分输出端口的状态可能无法被修改。此时如果要控制输出端口应当首先停止 PLC 的运行。

12 PLC 梯形图

在“其它”菜单中，按下“PLC”菜单按钮，系统界面切换如图 12-1 所示。在此界面中，可对 PLC 梯形图程序进行编辑，管理与监控。

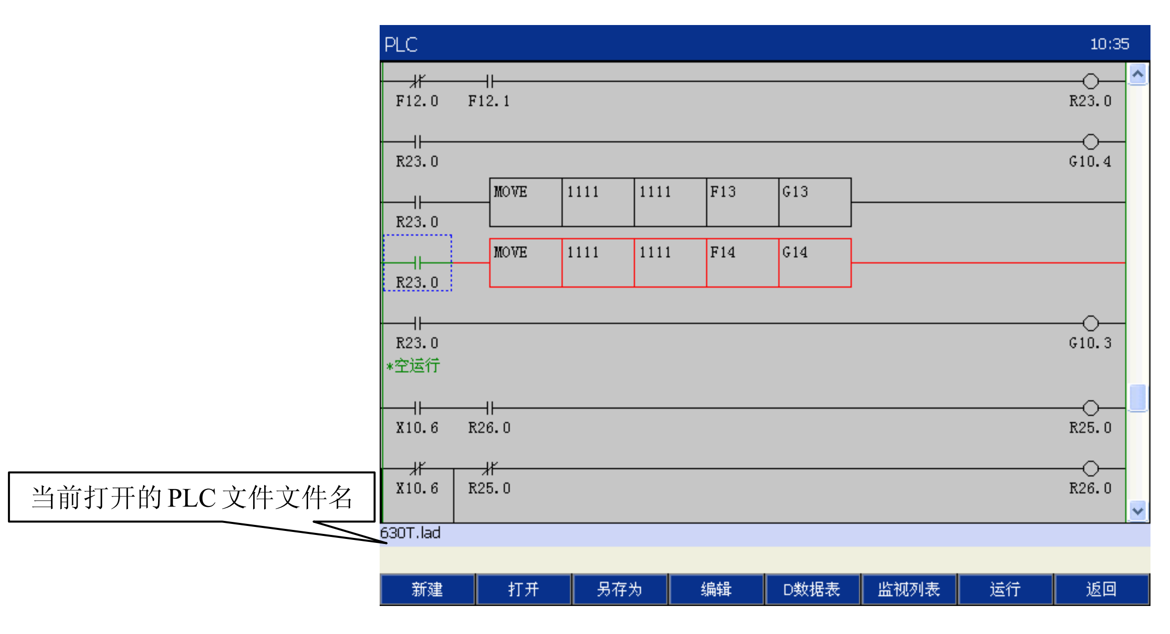


图 12-1　“PLC”界面

对 PLC 梯形图进行“新建”、“打开”、“编辑”、“保存”等操作时都需要通过输入密码获得“高级用户”权限。否则，普通用户只能查看和浏览梯形图的内容。

12.1 新建 PLC 程序

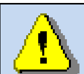
按下“新建”菜单按钮，当前窗口中的内容将被清空，系统会自动打开一个空白的 PLC 梯形图程序。

12.2 打开 PLC 程序

按下“打开”菜单按钮，可以在“文件”界面中选择和打开一个 PLC 梯形图文件。PLC 梯形图文件的后缀名为“.lad”。

12.3 PLC 程序“另存为”

按下“另存为”菜单按钮，可以在“文件”界面中选择或输入一个新的 PLC 梯形图文件名，按“保存”菜单按钮后，当前所编辑的 PLC 程序会被保存为一个新的文件。

 **提示**

1. PLC 文件不要另存到 U 盘中，否则 U 盘拔除后系统的 PLC 逻辑就无法载入和启动。
2. PLC 文件另存为时，系统同时将.dtc 和.xml 文件一同复制并改为与 PLC 文件相同的

名称，以保证其它相关数据不丢失。

12.4 启停 PLC 程序

菜单栏中的“运行”按钮，可以控制 PLC 的运行和停止 2 种状态。

PLC 状态	菜单按钮状态	
停止状态	运行	“运行”按钮抬起
运行状态	运行	“运行”按钮按下

12.5 浏览梯形图

按方向键“←”、“→”、“↑”或“↓”，可以在 PLC 梯形图窗口中移动焦点框，选择地址节点。

按下字母键“X”、“Y”、“F”、“D”、“R”或“G”，窗口的底端会出现输入框（如图 12-2），在输入框中输入一个节点地址（如“G10.0”），再按下“查询”按钮后，如果查询的节点存在，“焦点框”就会立即定位到指定的节点处；如果查询节点不存在，“焦点框”位置不会改变。

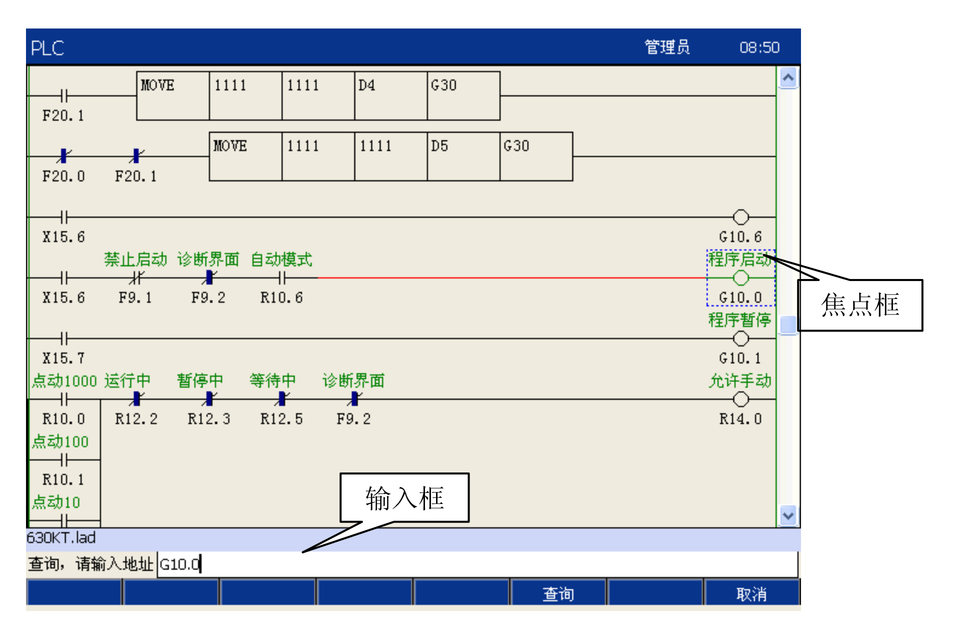


图 12-2 查找节点

12.6 监视 PLC 地址

12.6.1 查看“监视列表”窗口

在 PLC 主菜单中按下“监视列表”按钮（呈按下状态），即可打开“监视列表”窗口（如图 12-3）。在此窗口中，可通过添加端口号查看各端口状态。再次按下“监视列表”按钮（呈

抬起状态），即可关闭“监视列表”窗口。

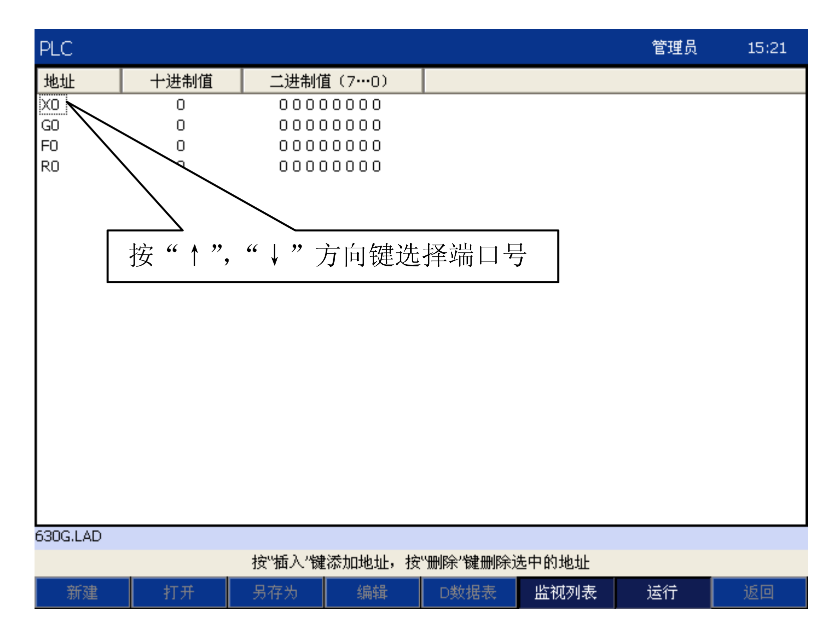


图 12-3 “监视列表”界面

12.6.2 添加监视“端口”

在按下“切换”键的同时按下“删除”键（即“插入”），界面底部会出现一个输入框，在其中输入一个端口地址（例如“R1”，如图 12-4），然后再按下“确定”按钮，端口即被添加到“监视列表”中。

注：可添加的端口地址包括 X 地址，Y 地址，R 地址，F 地址，G 地址和 D 地址。



图 12-4 监视列表—添加“端口”

12.6.3 删除监视“端口”

按上下方向键选中一个端口号，再按下“删除”键。选中的端口号即从“监视列表”中删除。

12.7 查看 D 数据表

PLC 程序中所用到的常数数值通常保存在 D 地址中。在 PLC 主菜单中按下“D 数据表”按钮，可以进入 D 数据表编辑界面，对 D 地址的数据进行设置（如图 12-5 所示）：



图 12-5“D 数据表”界面

按方向键选择 D 数据地址后按“输入”键，即通过底部的输入框中修改 D 数据的数值。查看 D 数据表时，可以通过菜单栏上的按钮切换数据的显示格式，可用的选项包括：

按钮名称	显示格式
十进制（1）	每个单元格表示一个 D 数据地址的十进制值（单字节整数，0~255）
十进制（2）	每个单元格表示两个连续的 D 数据地址的十进制值（双字节整数，0~65535）
十进制（4）	每个单元格表示四个连续的 D 数据地址的十进制值(四字节整数,0~4294967295）
BCD（1）	每个单元格表示一个 D 数据地址的 BCD 编码值（两位数，0~99）
BCD（2）	每个单元格表示两个连续的 D 数据地址的 BCD 编码值（四位数，0~9999）
BCD（4）	每个单元格表示四个连续的 D 数据地址的 BCD 编码值（八位数，0~99999999）

III. 附录

1 系统出厂参数表（全局参数）

参数	缺省值
快速移动速度	5000 mm/min
空运行速度	500 mm/min
最大进给速度	5000 mm/min
进给加速度	5 m/s2
圆弧编程误差上限	0.1mm
采用直线插补	1
T 指令格式	0（G，M） 1（T）
直径编程模式	0（M） 1（G，T）
主轴加速时间	50ms
快速移动最大速度	5000 mm/min
主轴转速灵敏度	3000
主轴编码器分辨率	1000
主轴最高转速限制	3000
日志容量	10
隐藏快速倍率	0（显示快速倍率）
进给速度警示比例	95%
主轴转速警示比例	95%
刀具寿命警示比例	5%
机床未回零前禁止启动自动程序	1（禁止）
快速移动加速度	5m/s2
语言	0（中文）
主轴实际转速监控	1（显示主轴指令值）
显示未回零警示标志	1（显示标志）
斜轴模式	0（非斜轴模式）
斜轴模式下点动操作是否联动	0（不联动）
斜轴角度	0°
手轮控制方式	1
数字输入信号扫描周期	10ms
手动进给时，通讯超时检测时间	450ms
语法检查行数上限	10000
G 代码系统类别	1（G 代码类别 B）
死循环超时检测时间	0（允许程序中有死循环代码）
坐标旋转指令（G68）角度指定方式	0（永远为绝对方式）
监控界面是否显示 A 轴坐标	0（不显示 A 轴坐标）
磁盘剩余容量警示值	100MB
手轮类型	0（手轮每转输出 100 个脉冲）
主轴点动速度	100rpm

手轮脉冲计数方向	1

2 系统出厂参数表（X、Y、Z、A 轴参数）

参数	缺省值
手动进给速度	500 mm/min
手动加速度	5 m/s2
反向间隙补偿尺寸	0 mm
反向间隙补偿时的移动速度	6 mm/min
正向软限位位置	214748.3594 mm
反向软限位位置	-214748.3594 mm
手动快进速度	1000 mm/min
回零方式	7
回零方向	1
回零速度	100 mm/min
原点位置搜索速度	30 mm/min
参考点坐标	0
回零偏置	0
最大速度限制	5000 mm/min
每转进给距离	5
每转脉冲数	10000
电机极性	1
编码器极性	1
最大允许跟踪误差	65.535
控制方式	0
旋转轴设置	0（直线轴），仅限 A 轴
旋转轴位置显示范围	0（无限制），仅限 A 轴
旋转轴就近定位	0 （非就近） ，仅限 A 轴
伺服驱动报警有效	1
伺服驱动 Ready 信号有效	0
快速移动速度限制	5000 mm/min

3 译码报错信息表

译码错误 1：NC 文件%s 打开失败！
译码错误 2：NC 文件%s 检索到结尾！
译码错误 3：子程序文件%s 打开失败！
译码错误 4：子程序文件%s 检索到结尾！
译码错误 5：圆弧段补偿计算过切。
译码错误 6：直线段补偿计算过切。
译码错误 7：半径补偿值改变指定在非直线运动段内。
译码错误 8：补偿撤销段直线长度为零。
译码错误 9：圆弧半径值设定不正确或终点偏差超出容许范围。
译码错误 10：运动段缺少进给速度指定。
译码错误 11：圆弧半径 R 编程不容许指定整圆或点圆。
译码错误 12：宏程序跳转找不到目标 NC 代码段。
译码错误 13：子程序调用嵌套层数超过限制。
译码错误 14：复合固定循环的粗车次数给定值小于 1，编辑修改。
译码错误 15：复合固定循环的切削深度指定为零，编辑修改。
译码错误 16：“每转进给”模式下指定的速度太大，超过了“最大进给速率”的限制。
译码错误 17：系统宏变量读取失败！
译码错误 18：系统宏变量写入失败！
译码错误 19：GOTO 或 WHILE 循环语句处理超时！
译码错误 20：刀具中心半径补偿轨迹没有内交点。
译码错误 21：刀具中心轨迹产生干涉。
译码错误 22： 当前段程序移动量小于倒角长度 C 或倒角半径 R！
译码错误 23： 下一段程序移动量小于倒角长度 C 或倒角半径 R！
译码错误 24： 倒角指令的下一程序段没有移动指令！
译码错误 25： X_,A_角度编程方式中不能指定与 0 度或 180 度相差 1 度以内的值！
译码错误 26： Z_,A_角度编程方式中不能指定与 90 度或 270 度相差 1 度以内的值！
译码错误 27： 角度编程方式中相邻两条直线的夹角不能小于 1 度！
译码错误 28： 角度编程功能只对 G01 指令有效，对于其他插补及定位无效。
译码错误 29： 单独角度指令的下一段缺少,A 角度指令。
译码错误 30： 单独角度指令的下一段必须同时指定绝对坐标指令 X_Z_。
译码错误 31： 倒角指令多于一个。
译码错误 32： 倒角值不能指定为负数。